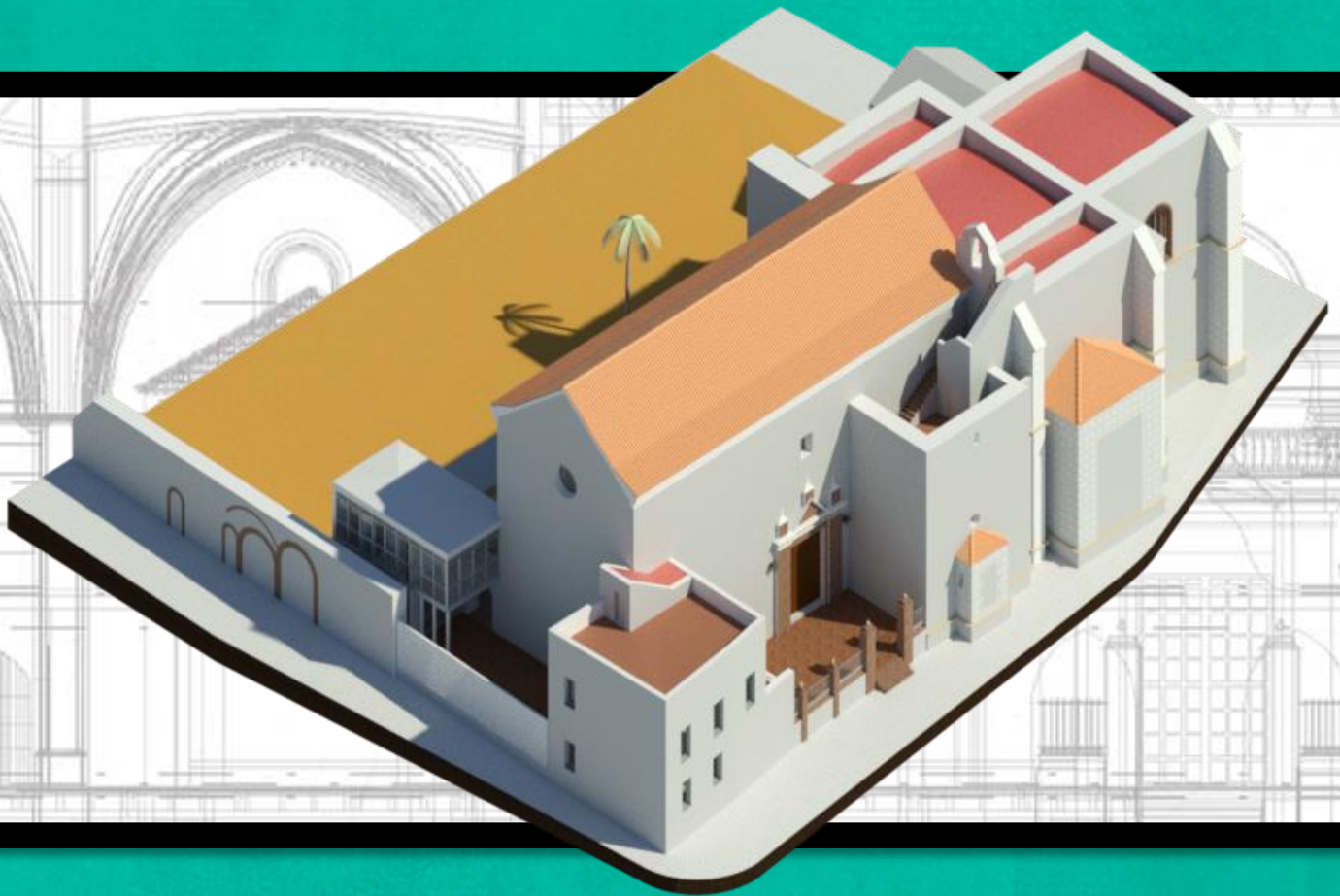


**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN EDIFICACIÓN**

# **ESTUDIO Y ANÁLISIS CONSTRUCTIVO MEDIANTE EL MODELADO EN BIM DE LA IGLESIA DE SANTA ANA DE CARMONA**



**AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN**

**TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO**

**DPTO. DE EXPRESIÓN GRÁFICA E INGENIERÍA EN LA EDIFICACIÓN  
(ETSIE) ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN  
(US) UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**CURSO 2020/2021**

GRADO EN EDIFICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

# **ESTUDIO Y ANÁLISIS CONSTRUCTIVO MEDIANTE EL MODELADO EN BIM DE LA IGLESIA DE SANTA ANA DE CARMONA**

AUTOR:

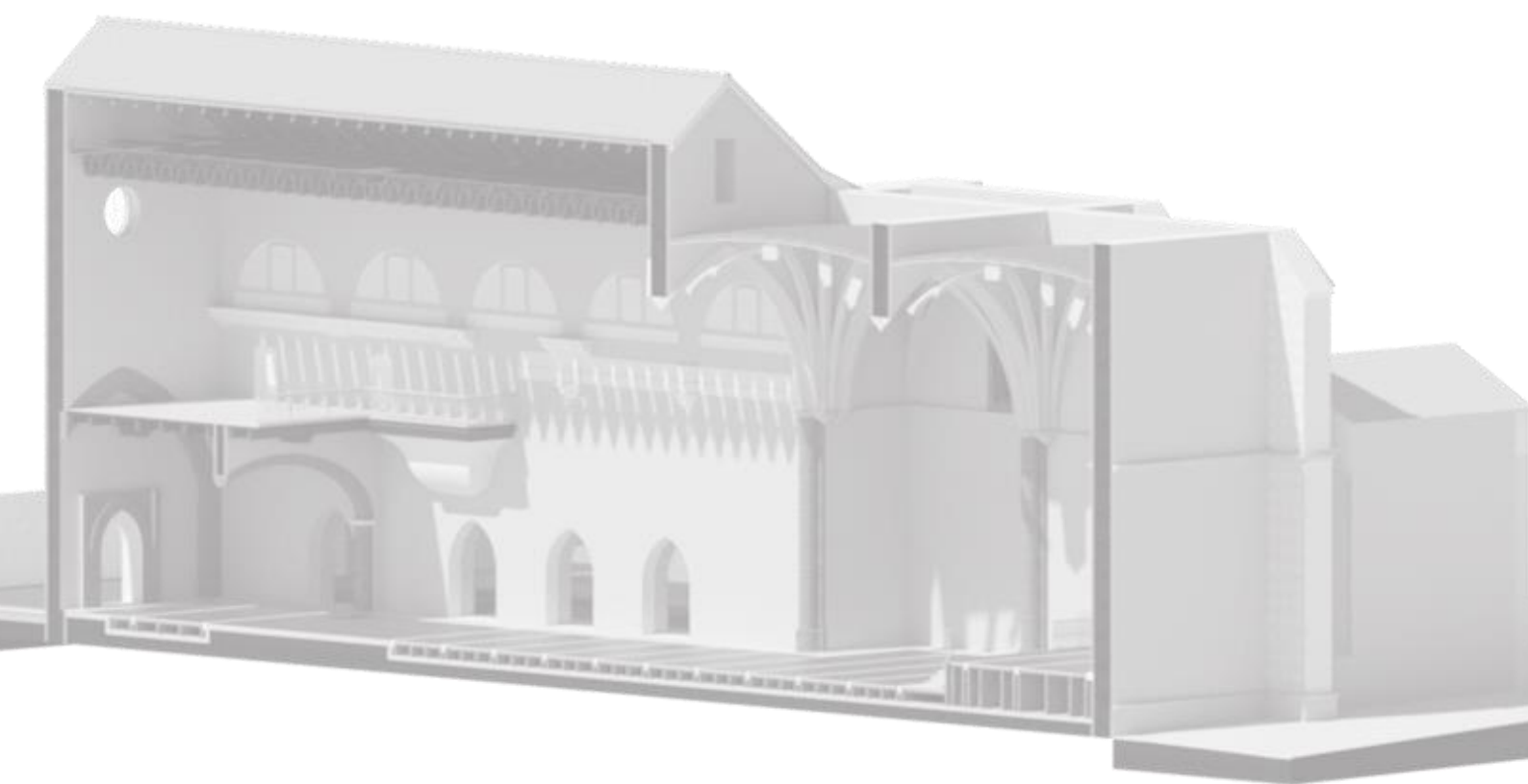
JUAN DURÁN FALCÓN

TUTOR:

Dr. JUAN JOSÉ MOYANO

DPTO. DE EXPRESIÓN GRÁFICA E INGENIERÍA EN LA EDIFICACIÓN  
(ETSIE) ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN  
(US) UNIVERSIDAD DE SEVILLA

EN SEVILLA, JUNIO DE 2021



## AGRADECIMIENTOS

---

Deseo manifestar mi agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este Proyecto Final de Grado.

A mi tutor Dr. Juan José Moyano Campos, agradecerle su confianza, su gran dedicación, y la transmisión de sus conocimientos e inquietud por la investigación del universo BIM.

Por su amabilidad, quisiera dar las gracias también al Dr. Enrique Nieto, dedicándole su tiempo en la resolución de dudas y proporcionarme referencias bibliográficas.

Gracias a la empresa Carmocón S.L. por su cordial atención.

Agradecerle a la bibliotecaria de “José María Requena” Biblioteca Pública Municipal de Carmona, por su agradable y absoluta entrega en la investigación.

También quisiera agradecer a todas aquellas personas que me han mostrado su apoyo desde el afecto.

Gracias a mi familia, mis padres y mis hermanos por el constante apoyo durante estos años, por su paciencia y por su confianza.

A mis compañeros que pasaron a convertirse en grandes amigos. Gracias por todos los buenos momentos que hemos compartido durante estos años.

Quisiera agradecer de manera especial a María, por el apoyo, los ánimos que han sido esenciales para seguir adelante con fuerza.

A todos ellos gracias.



## RESUMEN

---

El uso del sistema BIM nos permite realizar un modelo virtual de la reconstrucción y levantamiento del patrimonio arquitectónico, proporcionando un conocimiento científico del sistema constructivo, características físicas de sus elementos, evolución histórica, y patologías detectadas, garantizando la operatividad de tal información por las múltiples disciplinas involucradas en la tarea de Rehabilitación y Conservación del Patrimonio. Por lo que consideramos HBIM (Historical Building Information Modeling) un recurso satisfactorio y prometedor para la preservación de edificios históricos. No obstante, su aplicación continúa siendo escasa y modestamente aplicada por aquellos responsables de la conservación, fundamentalmente por las dificultades que requiere el modelado tridimensional y la ausencia de patrones y referencias en lo a la compartición y relación de datos respecta.

El empleo de tecnologías de levantamiento tridimensional como la fotogrametría y la técnica de escaneado láser, captura con nivel de detalle las características geométricas de la superficie del patrimonio existente, para producir un levantamiento texturizado 3D de gran calidad que nos facilitará un análisis más efectivo del patrimonio arquitectónico.

En este proyecto aplicaremos la metodología HBIM en el caso de la Iglesia Santa Ana de Carmona, edificio con estilo mudéjar originario que se encuentra en estado de restauración, constituyendo un proyecto de intervención apoyado en un modelo de información del edificio patrimonial.

## PALABRAS CLAVES

---

BIM, HBIM, fotogrametría, escáner láser, modelado, BIC, patrimonio cultural, conservación, manejo de información.

## ABSTRACT

---

The use of the BIM system allows us to make a virtual model of the reconstruction and survey of the architectural heritage, providing scientific knowledge of the construction system, physical characteristics of its elements, historical evolution, and pathologies detected, thus guaranteeing the operability of such information by the multiple disciplines involved in the task of Heritage Rehabilitation and Conservation. We therefore consider HBIM (Historical Building Information Modelling) a satisfactory and promising resource for the preservation of historic buildings. However, its application continues to be scarce and modestly applied by those responsible for conservation, mainly due to the difficulties required by three-dimensional modelling and the absence of patterns and references in terms of data sharing and relationship.

The use of three-dimensional survey technologies such as photogrammetry and laser scanning technique, captures in detail the geometric characteristics of the existing heritage surface, to produce a high quality 3D textured survey that will facilitate a more effective analysis of the architectural heritage.

In this project we will apply the HBIM methodology in the case of the Santa Ana Church in Carmona, a building in the original Mudejar style that is undergoing restoration, constituting an intervention project supported by an information model of the heritage.

## KEYWORDS

---

BIM, HBIM, photogrammetry, laser scanner, modeling, BIC, cultural heritage, conservation, information management.

## ÍNDICE

---

<b>MEMORIA ACADÉMICA .....</b>	<b>9</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	11
3. ESTADO DE LA CUESTIÓN .....	17
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	19
4.1. Objetivos generales .....	19
4.2. Objetivos específicos.....	19
<b>MEMORIA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
5. ESTUDIO DEL BIEN DE INTERÉS CULTURAL, BIC. ....	21
6. PRINCIPIOS TEÓRICOS BIM.....	24
6.1. BIM (Building Information Modelling) .....	24
6.1.1. ¿Qué entendemos por BIM? .....	24
6.1.2. Niveles de colaboración de BIM.....	26
6.1.3. Clasificación de los niveles LOD.....	28
6.1.4. Dimensiones de BIM.....	29
6.1.5. Implantación de BIM.....	31
6.2. HBIM (Historic Building Information Modelling) .....	33
6.2.1. Propósito del BIM aplicado al Patrimonio Histórico. ....	34
7. ANÁLISIS DEL BIEN PATRIMONIAL IGLESIA SANTA ANA .....	40
7.1. Emplazamiento, parcela y superficie.....	40
7.2. Ficha técnica. Catalogación Urbanística. ....	41
7.2.1. Adquirida en el PGOU .....	41

7.2.2.	Adquirida en la Conserjería de Cultura y Patrimonio Histórico, Patrimonio Inmueble de Andalucía.....	43
7.3.	Documentación histórica del bien patrimonial. ....	44
7.4.	Obras de Restauración de la Iglesia de Santa Ana de Carmona, por los miembros de una Hermandad, finales del siglo XX.....	48
7.5.	Obras de Rehabilitación de la Antigua Iglesia de Santa Ana de Carmona, 2014-2020.....	52
8.	METODOLOGÍA HBIM .....	63
8.1.	Protocolo teórico para el modelado en HBIM de la Iglesia de Santa Ana de Carmona .....	63
8.2.	Técnica fotogramétrica.....	65
8.3.	Técnica de escaneado láser .....	67
8.4.	Modelado de la Iglesia de Santa Ana en software BIM Autodesk Revit .....	69
8.5.	HBIM desarrollado. Gestión de la datos, levantamiento y descripción de la intervención. ....	84
8.6.	Resultado del modelado tridimensional de la Iglesia de Santa Ana .....	85
8.6.1.	Plugin Enscape.....	85
9.	CONCLUSIONES .....	87
10.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	88
11.	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	89
12.	ANEXOS.....	93
	Anexo II. Ficha del Conjunto Histórico.....	93
	Conserjería de Cultura y Patrimonio Histórico, Patrimonio Inmueble de Andalucía .....	93
	PGOU. Plan Especial de Protección del Patrimonio Histórico de Carmona.....	94
	Sede Electrónica de Catastro .....	97
	Anexo III. Ficha técnica del escáner láser .....	98

Anexo IV. Fotografías.....	99
Fotografías de la Iglesia de Santa Ana antes de la intervención.....	99
Fotografías de la Iglesia de Santa Ana tras la rehabilitación.....	100
Anexo V: Índice de imágenes. ....	101
Anexo VI. Planos .....	104



# MEMORIA ACADÉMICA

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene el propósito de reflejar todo el trabajo de investigación que se ha llevado a cabo para la realización del Proyecto de Fin de Grado, de esta manera adquirir la titulación de graduado en Edificación que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla. Y mostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la etapa universitaria, que podrán consagrarse al mundo laboral.

Dicho proyecto consiste en el análisis de la metodología BIM aplicada al patrimonio histórico, empleo de HBIM en el caso de la Iglesia de Santa Ana de Carmona, Sevilla. La tutela del proyecto le pertenece al profesor Dr. Juan José Moyano Campos, del dpto. de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación, supervisando la realización del mismo.

Se ha considerado para su desarrollo la Guía para redacción de Proyectos de Fin de Grado del Grado en Ciencias y Tecnología de la Edificación.

Estructurándose de tal forma que en primer lugar manifestaremos, en la memoria académica, la problemática detectada en relación a la conservación del patrimonio histórico, una contextualización concisa del estudio, continuando con la justificación del proyecto y los objetivos a los que se procura dar respuesta.

En la Memoria de Investigación se introducen los términos de Patrimonio, gestión e intervención del Patrimonio Edificado, y Bien de Interés Cultural, tras esto, desarrollaremos ciertos principios teóricos de la metodología del estudio, BIM y HBIM, y sus ventajas e inconvenientes.

Posteriormente analizaremos el conjunto patrimonial de la Iglesia Santa Ana de Carmona, sus orígenes e historia, así como las distintas intervenciones que se han llevado a cabo para su conservación.

Seguidamente, se efectuará la metodología BIM aplicadas al bien patrimonial. Empleo de HBIM para el caso de estudio.

A continuación, se presentan las conclusiones adquiridas tras la realización del estudio y futuras líneas de investigación.

Por último, las referencias bibliográficas seguidas de los anexos.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

### A. Objetivos expuestos en los Proyectos de Fin de Grado, Universidad de Sevilla.

El objetivo del Proyecto de Fin de Grado es evaluar el conocimiento y las aptitudes del estudiante que ha alcanzado a lo largo de sus años de aprendizaje en el Grado en Edificación, igualmente añadir otras como la planificación, realización y defensa del proyecto.

En el Proyecto Docente de la asignatura y en la Guía para la Redacción del Proyecto de Fin de Grado en Ciencias y Tecnología de la Edificación vienen recogidas las competencias:

- Competencias básicas:
  - B01. Haber demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
  - B02. Saber aplicar los conocimientos al trabajo o vocación propia de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de la arquitectura.
  - B03. Tener la capacidad para reunir e interpretar datos relevantes en el ámbito de la arquitectura, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
  - B04. Capacidad de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
  - B05. Haber desarrollado aquellas habilidades básicas de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
  -

- Competencias transversales / genéricas:

❖ Nivel Básico:

- G13. Actitud social positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas.
- G10. Capacidad de trabajar en un contexto internacional.
- G23. Conocer y comprender el respeto a los derechos fundamentales, a la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, la accesibilidad universal para personas con discapacidad, y el respeto a los valores propios de la cultura de la paz y los valores democráticos.

❖ Nivel Medio

- G09. Capacidad para trabajar en un equipo de carácter interdisciplinar
- G12. Aptitud de liderazgo
- G24. Fomentar el emprendimiento.

❖ Nivel Avanzado:

- G01. Capacidad de organización y planificación.
- G02. Capacidad para la resolución de problemas.
- G03. Capacidad para la toma de decisiones.
- G04. Aptitud para la comunicación oral y escrita de la lengua nativa.
- G05. Capacidad de análisis y síntesis.
- G06. Capacidad de gestión de la información.
- G07. Capacidad para trabajar en equipo.
- G08. Capacidad para el razonamiento crítico.
- G11. Capacidad de improvisación y adaptación para enfrentarse a nuevas situaciones.
- G14. Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de ideas propias.
- G15. Capacidad de comunicación a través de la palabra y de la imagen.
- G16. Capacidad de búsqueda, análisis y selección de la información.
- G17. Capacidad para el aprendizaje autónomo.

- G18. Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel, que si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos precedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- G19. Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- G20. Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- G21. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- G22. Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con alto grado de autonomía.
  
- T1. Que tengan un compromiso con la identidad, desarrollo y ética profesional, y capacidad para reconocerse y valorarse como profesional que ejerce un servicio a la comunidad y se preocupa por su actualización permanente respetando y apoyándose en los valores éticos y profesionales.
- T2. Que tengan capacidad para evaluar los posibles impactos que se provocan como consecuencia los trabajos relacionados con la edificación, manifestando especial sensibilidad hacia temas medioambientales.
- T3. Que tengan especial motivación por la calidad de manera que desarrolle habilidades y actitudes que le permitan realizar trabajos que tengan por resultado mayor eficacia y productividad.



- Competencias específicas:
  - E71. Presentación y defensa ante un tribunal universitario de un PFG, consistente en un ejercicio de integración de los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas.

## **B. Justificación de atribuciones profesionales para los Graduados en Edificación.**

Comenzamos haciendo alusión a la Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos.

En los puntos 1 y 2 del artículo segundo se cita literalmente:

*“1. Corresponden a los Ingenieros Técnicos, dentro de su respectiva especialidad, las siguientes atribuciones profesionales:*

- a) La redacción y firma de proyectos que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de bienes muebles o inmuebles en sus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, siempre que queden comprendidos por su naturaleza y características en la técnica propia de cada titulación.*
- b) La dirección de las actividades objeto de los proyectos a que se refiere el apartado anterior, incluso cuando los proyectos hubieren sido elaborados por un tercero.*
- c) La realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.*
- d) El ejercicio de la docencia en sus diversos grados en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente y, en particular, conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria.*
- e) La dirección de toda clase de industrias o explotaciones y el ejercicio, en general respecto de ellas, de las actividades a que se refieren los apartados anteriores.*

*2. Corresponden a los Arquitectos Técnicos todas las atribuciones profesionales descritas en el apartado primero de este artículo, en relación a su especialidad de ejecución de obras; con sujeción a las prescripciones de la edificación.*

*La facultad de elaborar proyectos descrita en el párrafo a., se refiere a los de toda clase de obras y construcciones que, con arreglo a la expresada legislación, no precisen de proyecto arquitectónico, a los de intervenciones parciales en edificios construidos que no alteren su configuración arquitectónica, a los de demolición y a los de organización, seguridad, control y economía de obras de edificación de cualquier naturaleza.”*

Prosigamos con un fragmento de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, concretamente en el Título II que trata sobre la Conservación y Restauración, se cita textualmente:

*“Artículo 21. Proyecto de conservación e informe de ejecución.*

*1. La realización de intervenciones de conservación, restauración y rehabilitación sobre bienes inscritos en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz exigirá la elaboración de un proyecto de conservación con arreglo a lo previsto en el artículo 22.*

*2. Al término de las intervenciones cuya dirección corresponderá a personal técnico, se presentará a la Consejería competente en materia de patrimonio histórico un informe sobre la ejecución de las mismas en el plazo y con el contenido que se determinen reglamentariamente.*

*Artículo 22. Requisitos del proyecto de conservación.*

*1. Los proyectos de conservación, que responderán a criterios multidisciplinares, se ajustarán al contenido que reglamentariamente se determine, incluyendo, como mínimo, el estudio del bien y sus valores culturales, la diagnosis de su estado, la descripción de la metodología a utilizar, la propuesta de actuación desde el punto de vista teórico, técnico y económico y la incidencia sobre los valores protegidos, así como un programa de mantenimiento.*

*2. Los proyectos de conservación irán suscritos por personal técnico competente en cada una de las materias.”*

En esencia, la persona del Arquitecto Técnico, se encuentra cualificada y competente para la valoración, la redacción del estudio y presentar una propuesta de intervención.

### 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La disciplina de BIM aplicada para la gestión y conservación del patrimonio, ha posibilitado comprender las contribuciones de las precedentes investigaciones en esta materia, reseñar las carencias y constituir el principio de este estudio. Primeramente, se han examinado las tesis doctorales, los artículos científicos e investigaciones existentes que se enfocan en analizar el empleo de HBIM (Historical Building Information Modeling) para la gestión del patrimonio y documentar la arquitectura histórica para su preservación. Además, se han investigado en nuevos estudios sobre la implementación de HBIM para impulsar al sector de la conservación de los bienes patrimoniales a acoger el empleo del mismo.

Como ya se ha mencionado y en relación con HBIM, la multitud de disciplinas que participan en el estudio y preservación de un bien patrimonial (arquitectos, arqueólogos, historiadores, etc.) ocasionan problemas de ineficiencia en las labores de documentación, gestión y actuación de la arquitectura patrimonial. Comúnmente la disgregación de este conocimiento y a veces presentan restricciones de seguridad o uso por propiedad intelectual que complica su acceso. Nombraremos ciertos investigadores de este campo que rastrean el método más eficaz en la gestión y documentación del patrimonio para solucionar este problema.

La metodología BIM aplicado al patrimonio histórico, HBIM, está manifestando ser un sistema vanguardista perfeccionando la gestión de datos del bien patrimonial. El sistema BIM permite emplearse para exponer las distintas actuaciones que se ejecutan en el patrimonio histórico, como la investigación, gestión de información, la planificación, conservación preventiva, por ser un método cooperativo y eficiente de trabajo.

Se está investigando la vía más eficiente, tanto en el entorno científico como en el institucional y empresarial, para conseguir realmente llevar a la práctica el uso del BIM en el patrimonio histórico.

HBIM posibilita la concentración de características geométricas, información y documentos externos en los modelos del patrimonio histórico, originario de las distintas materias que intervienen en la preservación. Este vertedero de información organizada y

actualizada, favorecen la gestión del patrimonio durante su historia, el acceso al saber de los agentes implicados y decidir. Asimismo, posibilita aplicar protocolos de operación y protección más consecuentes, rehuyendo la dispersión de documentación histórica y técnica.

Primeramente, las investigaciones se focalizaban en crear modelos HBIM para documentar de forma minuciosa las características geométricas presentes, utilizando como guía las nubes de puntos y mallas adquiridas por medio de sistemas de levantamiento digital.

En la actualidad, encontramos la tendencia de aplicar en BIM las competencias para la gestión de la información, más allá de documentar la existente arquitectura patrimonial, progresar en la planificación de las tareas de conservación y mantenimiento, y expansión del patrimonio.



## 4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 4.1. Objetivos generales

La realización del presente proyecto fin de grado tiene como objetivo la investigación y reconstrucción en HBIM de la Iglesia de Santa Ana de Carmona, municipio sevillano con gran riqueza patrimonial, con la finalidad de concebir una obra capaz de retener toda información adquirida del bien patrimonial, facilitándonos el estudio de las características físicas, sistemas constructivos, evolución histórica y patologías detectadas de los elementos que lo forman, que será esencial para la preservación del patrimonio en el tiempo.

Detallaremos las metodologías BIM con el objetivo de divulgar su utilización en los proyectos de arquitectura destinados al patrimonio histórico. Además, indicaremos como el empleo BIM favorecerá a conservar el bien patrimonial y que este pueda transferirse de generación en generación fortaleciendo la cultura característica del lugar.

Se propondrá la metodología BIM como sistema ideal para la intervención del patrimonio, se desarrollará modelos de gestión de la información, documentándose de manera más concisa y verídica las diversas especificaciones, de las que podrán beneficiarse todas aquellas personas que intervienen en la conservación del patrimonio.

### 4.2. Objetivos específicos

- Informar sobre el sistema BIM orientado en la intervención del patrimonio, para su conservación.
- Concebir el empleo de HBIM y de las distintas técnicas de recogida de información geométrica del espacio, para un resultado más óptimo.
- Dominar el software Revit de Autodesk, para la construcción de modelo.
- Llevar a cabo dicha metodología por medio de Revit, para el caso de la Iglesia Santa Ana de Carmona.
- Producir un modelo exacto a la realidad, que permita su intervención tras su ejecución.

# MEMORIA DE INVESTIGACIÓN

## 5. ESTUDIO DEL BIEN DE INTERÉS CULTURAL, BIC.

Se denomina Bien de Interés Cultural (BIC) a aquella figura jurídica empleada por las instituciones para registrar o catalogar el patrimonio histórico y de relevancia social que se pretende proteger. Una vez que un bien sea declarado BIC por las autoridades territoriales del estado, este se convierte en un bien protegido, prohibiendo toda práctica que pueda poner en riesgo o afectar a su estado de conservación.

Los primeros inventarios donde se recogen tanto la localización, estudio como las estrategias de gestión para actuar en torno a los bienes de interés cultural que integran un patrimonio datan desde los años 30 del S.XIX, tras la publicación de la Carta de Atenas (1931), un manifiesto urbanístico donde se destilaba la cultural estética y la necesidad de conservación monumental del patrimonio. A pesar de ello, estos primeros registros se limitaban meramente a recoger los llamados Monumentos Nacionales, es decir, aquellas obras y construcciones artísticas más representativas de cada país. No será hasta la Convención de la UNESCO de 1970, cuando se comience a promover el registro y reconocimiento de todos los aspectos culturales con valor etnológico que atesora una nación, incluyendo vestigios arqueológicos bajo tierra, bosques, cuevas, entre otros.

En relación con lo anterior, según el artículo 1 primero de la Ley 16/1985, de 25 de junio, por la que se regular el Patrimonio Histórico Español (IPHE), la categoría de Bienes de Interés Cultural *“se extiende a cualquier inmueble u objeto mueble de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico, que haya sido declarado como tal por la administración competente. También formaría parte el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, los sitios naturales, jardines y parques, que tengan valor artístico, histórico o antropológico”*.

Si bien bajo la supervisión de Estado, son las comunidades autónomas quienes gradualmente se han responsabilizado de todo lo relacionado con el patrimonio histórico y los bienes que lo conforman, estableciendo su propia jurisprudencia y medidas de actuación. Concretamente en Andalucía, la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía es la encargada de regular todo lo relativo al *“la identidad del pueblo andaluz y testimonio de la trayectoria histórica de nuestra comunidad y manifestación de la riqueza y diversidad cultural que nos caracteriza”*. Esta

ley supone un importante progreso con respecto a la LPHE, ya que ofrece un enfoque más amplio del concepto de patrimonio, incluyendo la concepción de patrimonio industrial y documental y se establecen nuevas licencias y tratamientos de protección, tales como la Zona Patrimonial o el Bien de catalogación general.

El procedimiento para que un bien sea declarado de interés es complejo y largo. No obstante, cualquier particular puede comenzar este trámite. La propuesta o inscripción será gestionada por Conserjería de cada comunidad autónoma u órgano administrativo correspondiente encargado de velar por el valor y protección cultural del patrimonio de dicha región. Durante el proceso análisis y hasta su resolución, este bien se protegerá como si un BIC se tratara. El plazo máximo en el que debe notificarse la resolución es de 18 meses. Si transcurrido ese tiempo, no ha habido respuesta por parte del organismo competente, la resolución se entenderá como negativa.

En efecto, no todos los bienes pueden declararse BIC a petición de algún individuo. La solicitud debe contener una descripción clara y detallada, apoyada con material gráfico y audiovisiones, del bien en cuestión, que nos permita conocer su localización, estilo y antecedentes históricos, además de un informe o testimonio que justifique su relevancia, estado de conservación y valor artístico, paisajístico, histórico o de identidad del mismo, así como información sobre la función que desempeña (si hubiere), su relación con el entorno, y autor o cualquier dato bibliográfico si se conocen.

En caso de que el resultado de la petición sea favorable y el bien pase a ser de Interés Cultural, este estará destinado al disfrute público. Con lo cual, aunque se encuentre en un dominio privado, el propietario deberá respetar las condiciones que se detallan a continuación:

- Permitir visitas públicas gratuitas, varios días al mes, en horario previamente acordado con la Administración.
- Disponer de autorización pertinente o licencia para llevar a cabo cualquier actividad que suponga alguna modificación o cambio del BIC, quedando prohibido la colocación de antenas y cables que perturben su contemplación.
- Son inexportables. Queda terminantemente prohibido sacar de su entorno, o país, cualquier bien material (joyas, pinturas, etc.) que integren el Patrimonio Histórico de un país si la autorización de la administración del estado.

- Tendrá obligación de facilitar inspección e investigación.

A cambio, el dueño de un bien de Interés Cultural gozará de algunos privilegios fiscales y recibirá ayudas económicas para su mantenimiento y/o restauración.



## 6. PRINCIPIOS TEÓRICOS BIM

### 6.1. BIM (Building Information Modelling)

#### 6.1.1. ¿Qué entendemos por BIM?

Tras el estudio de varios documentos docentes, hemos podido sacar las siguientes conclusiones sobre los proyectos BIM.

Empezando por su definición, un BIM, cuyo acrónimo en inglés es Building Information Modeling (Modelo de la Información de la Edificación), se puede definir como una forma de trabajo puntera que tiene como finalidad elaborar un modelo digital de información sobre el edificio del que se trate, centrada en la cooperación programada de todos los agentes que intervienen en el proyecto, indistintamente de la fase en la que se encuentre, ya sea de diseño, gestión de información o en construcción.

Para un mejor entendimiento, hemos considerado importante traer unas de las definiciones más llamativas sobre la metodología BIM:

Según la Guía de Usuarios BIM de 2018, building SMART, Spain. ¿Qué es BIM?: *“Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.”*

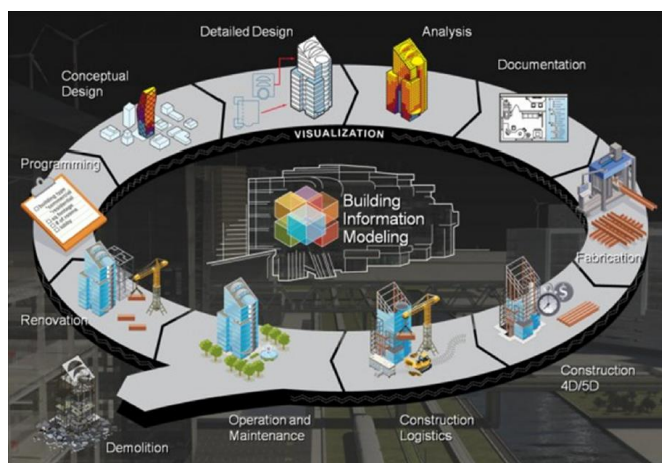


Imagen 1: Esquema que presenta las aplicaciones de BIM. Fuente: ("¿QUÉ ES EL BIM?", 2021)

La Página Web Kaizem BIM nos ofrece una imagen en la que se puede ver todas las utilidades que puede tener un proyecto de estas magnitudes; según nos exponen en Kaizem ("¿QUÉ ES EL BIM?", 2021) BIM es: *"El BIM tiene mucho que ver con la gestión de la información y no sólo con el modelado. Mucha gente piensa un que el BIM es un software, frecuentemente escuchamos hablar de BIM como si fuera Revit, ArchiCAD, o cualquier otra plataforma de las muchas que hay en el mercado. Es importante aclarar que BIM no es un software, aunque obviamente el software forma parte del BIM. BIM es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora"*

De este par de definiciones, podemos caracterizar dicha metodología como revolucionara y su trabajo como multidisciplinar debido a que trabajan en los diferentes agentes que constituyen los distintos campos con la finalidad de poder obtener todos los datos posibles sobre un determinado elemento. Como consecuencia de ello, la información aportada al BIM procede de programas y fuentes muy diferentes. Así, un proyecto BIM puede contener un sistema de modelado, un cálculo estructural, un software de presupuestos y diversos sistemas archivos con información histórica sobre el edificio que se estudia, entre otros datos convenientes.

Igualmente, no podemos olvidar resaltar que, aunque es una herramienta muy eficaz para la fase de edificación debido a que reduce los costes, el BIM va más allá de la fase de construcción del edificio, como es el caso de los HBIM que se estudiará más adelante, pudiendo emplearse durante toda la vida útil de la edificación como, una vez terminada la obra, para labores de mantenimiento con el fin de acortar los costes de la operación y conseguir una confortable gestión del inmueble.

De todo lo anterior expuesto, podemos deducir las siguientes ventajas de emplear una metodología BIM sobre una más tradicional:

1. Coherencia en la información, dado a que en un proyecto BIM todo está conectado de tal modo que cuando se modifica en el software de trabajo un elemento en una planta, se modifica ese mismo elemento de forma automática en todas las

- secciones, alzados y vistas tridimensionales del proyecto, sin olvidar que no solo se modifica la información gráfica sino también la alfanumérica.
2. Seguridad de la información, sin que exista riesgo de pérdida de información entre los agentes que ejecutan el BIM, debido a la comunicación transversal que presenta este proyecto.
  3. Acceso a la información, ya que, al implantar este método de trabajo entre todos los agentes comprometidos, se consigue que el trabajo se haga en tiempo real permitiendo así que tanto trabajadores como clientes puedan en cualquier momento acceder a toda la información relacionado con el proyecto. Esto, a su vez da la posibilidad a los mencionados clientes de vigilar y supervisar el estado del trabajo en cualquier momento y solicitar los cambios que consideren convenientes sin incurrir en elevados costes.

#### ***6.1.2. Niveles de colaboración de BIM***

Para comenzar con este punto, hemos de saber que un proyecto BIM para ser considerado como tal es necesario que reúna una serie de características. Ahora bien, no todos los proyectos BIM poseen idénticas características ya sea en lo referido a los detalles de sus elementos, forma de trabajo o de la misma información que poseen. Por ello, existen diferentes métricas para clasificar los proyectos BIM, en base a una serie de parámetros y uno de ellos es el de los niveles de colaboración que divide los proyectos BIM teniendo en cuenta la capacidad de colaboración entre los distintos usuarios que participan en el proyecto.

Según dicha colaboración, se pueden alcanzar distintos niveles de un BIM que pueden ir desde el número 0 hasta 3. Este último nivel implica la máxima colaboración al contrario de lo que ocurre con el número 0 que representa la inexistencia de colaboración entre los usuarios del proyecto. Para conocer con mayor precisión los distintos niveles, hemos considerado oportuno añadir la siguiente imagen:

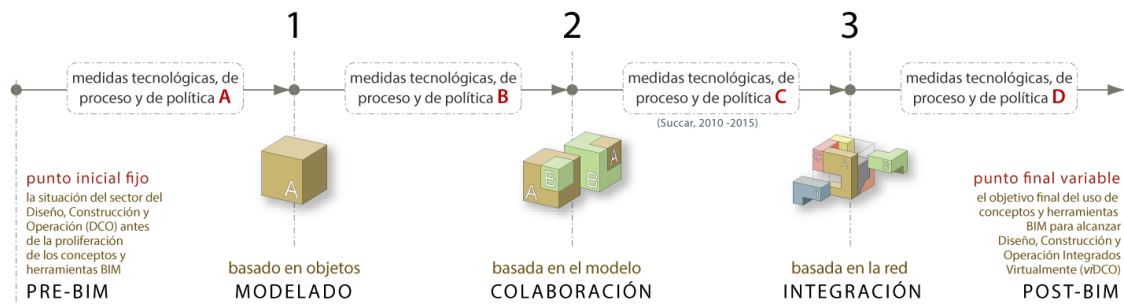


Imagen 2: Esquema de los niveles de colaboración en BIM. Fuente: ("El índice de madurez BIM", 2021)

Centrándonos en los distintos niveles, hemos de decir lo siguiente acerca de cada uno de ellos:

- El nivel 0 o Pre-BIM significa una ausencia total colaboración. Se asienta en trabajos en 2D mediante CAD e impresión en papel o en formatos digitales de la información para elaborar el proyecto, es decir, en el modelo de trabajo utilizado en las últimas décadas.
- El nivel 1 representa una mezcla de trabajo en 2D para el tratamiento de la documentación técnica y tridimensional para la concepción del proyecto, caracterizándose la colaboración mayormente en la utilización de un sistema que permite compartir datos del proyecto a través de la nube habitualmente, pero sin que el modelo sea compartido entre los miembros del equipo simultáneamente.
- El nivel 2 implica el nacimiento de un flujo de trabajo colaborativo al trabajar todas las partes sobre su propio modelo tridimensional compartiendo información en el mismo formato. Requiere que todos los softwares intervinientes sean capaces de exportar la información a un formato común para que pueda ser utilizada por el resto de los intervinientes en sus modelos.
- El nivel 3 se basa en la siguiente mecánica: trabajar sobre un solo modelo que es compartido por todos los participantes de tal modo que todos pueden entrar y modificar el mismo modelo lo que requiere trabajar con soluciones de software que hagan posible un trabajo simultáneo sobre el modelo común. Permite eliminar los conflictos de información que pudieran ocasionarse en fases anteriores a la unificación de modelos.

### 6.1.3. Clasificación de los niveles LOD

Como hemos analizado, los proyectos BIM podían clasificarse según la capacidad de colaboración entre los usuarios del proyecto. Ahora vamos a estudiar cómo pueden clasificarse según la cantidad de detalles del modelo. Se adjunta imagen para visualizar los diferentes niveles LOD.



*Imagen 3: Distintos niveles LOD. Fuente: ("LOD. Niveles de desarrollo", 2021)*

Antes de profundizar, es importante distinguir los siguientes términos: nivel de detalle y LOD (leve lof development en inglés). El primer término se refiere a la cantidad de detalle de un elemento del modelo. El segundo, en cambio, es una medida de la calidad y cantidad de la información que no se aplica al proyecto en su conjunto sino a cada elemento del mismo por separado, lo que permite que una parte del modelo presente un nivel LOD superior al del resto de objetos del modelo.

Los niveles LOD son los siguientes:

- LOD 100: Simbólico. Nivel básico, se enumeran los elementos conceptuales del proyecto. Esta numeración puede realizarse mediante una representación genérica o un símbolo. No abarca información gráfica y puede no presentarse a escala.
- LOD 200: Conceptual. Nivel en el que se especifican parámetros definidos gráficamente, cómo pueden ser la forma, dimensiones, y la orientación.
- LOD 300: Genérico. Se establece gráficamente la forma característica de los elementos con respecto al proyecto.

- LOD 350: Especifico. En este nivel se modelan los ítems, generalmente apoyos y uniones, necesarios para la conexión entre elementos. Este nivel acostumbra a modificar el anterior, común en grandes proyectos.
- LOD 400: Para construcción. Se modela con gran precisión los elementos, definidos geométricamente al detalle. Debe comprender todos los subcomponentes necesarios para su construcción, y estar adecuadamente representados.
- LOD 500: Como construido. Nivel de verificación. Los criterios vienen definidos por la propiedad y normas correspondientes.

No solo existen estos niveles sino también otros como el 600 o 700 que se caracterizan por incluir datos de vida útil u otra información relevante como peso, formas de traslado, desmontaje, distancia a puntos de reciclaje o fabricación.

En el caso de estudio del presente proyecto, el LOD empleado oscila entre LOD 300 y LOD 400.

#### ***6.1.4. Dimensiones de BIM***

Otra forma de clasificar los proyectos BIM es teniendo en cuenta la información que contiene pudiendo distinguirse proyectos BIM según 7 dimensiones, yendo más allá del modelo tridimensional y caracterizándose de esta manera los proyectos BIM por significar el progreso de los sistemas de diseños clásicos.

A continuación, vamos a explicar cada una de estas dimensiones adjuntando una imagen que muestra una representación gráfica de las mismas.

- 1D Concepto. Instauración de las bases para los proyectos cooperativos.
- 2D Vectorización del Boceto. implantar el flujo de trabajo y los métodos organizacionales a cerca de BIM de las diversas áreas de trabajo involucradas.
- 3D Modelado. Condiciones paramétricas para construir con el software elegido un modelo exactamente igual. Coordinación de las diversas disciplinas.
- 4D Planificación. Se refiere a la dimensión temporal con la finalidad de fijar los plazos de ejecución con el objetivo de que los mismos se cumplan, teniendo en cuenta habitualmente la logística de la obra, organizando así los medios auxiliares

que se necesitan y cuando se necesitan fijando la duración, el tiempo y la fase de utilización. Presenta como ventaja tanto su agilidad o eficacia como su capacidad para anteponerse a los posibles problemas que puedan aparecer en la obra para que puedan ser corregidos en la fase de diseño y no en la fase de ejecución donde el coste es mayor.

- 5D Costes. En esta dimensión se elaboran estudios de viabilidad económica, presupuestos, se estudian las ofertas y contrataciones y todo lo que tenga relación con el reintegro de la inversión y las ganancias, al afectar la valoración y control de los costes sobre la rentabilidad del proyecto.
- 6D Sostenibilidad energética. En esta dimensión se estudia todo lo referido a la ecoeficiencia, simulaciones sobre el comportamiento energético, certificaciones en sostenibilidad, o el conocido BIM verde.
- 7D Seguimiento/ Mantenimiento. Fija la organización para conservar y prolongar la calidad del proyecto cuando ya está construido, tratándose todo lo relacionado con las inspecciones y reparaciones. Dimensión más importante para los propietarios ya que afecta a la utilidad y a los costes de conservación.



*Imagen 4: Pirámide dimensiones de un BIM. Fuente: (Guillén, Guillén & perfil, 2021)*



Hoy en día, se tienen en cuenta estas 7 dimensiones en un BIM aunque no hemos de olvidar que está en constante actualización y que con el paso del tiempo y el desarrollo de este método se irán creando nuevas dimensiones en estos proyectos y se dejará atrás la idea de que solo existe 7 dimensiones de BIM.

El proyecto sobre el que hemos trabajado, se halla en la tercera dimensión de BIM, ya que no se ha considerado la variable temporal. Sin embargo, el proyecto HBIM tiene potencial para alcanzar todas las dimensiones mencionadas.

#### 6.1.5. Implantación de BIM

El BIM, en los últimos años y más concretamente en la última década, se ha implantado en distintos países, si bien no en todos los países se le ha dado la misma relevancia e implementación, destacando en algunos países su uso en la obra pública.

(BuildingSMART, 2016) nos facilita este mapamundi para visualizar la implantación del BIM en los distintos países.

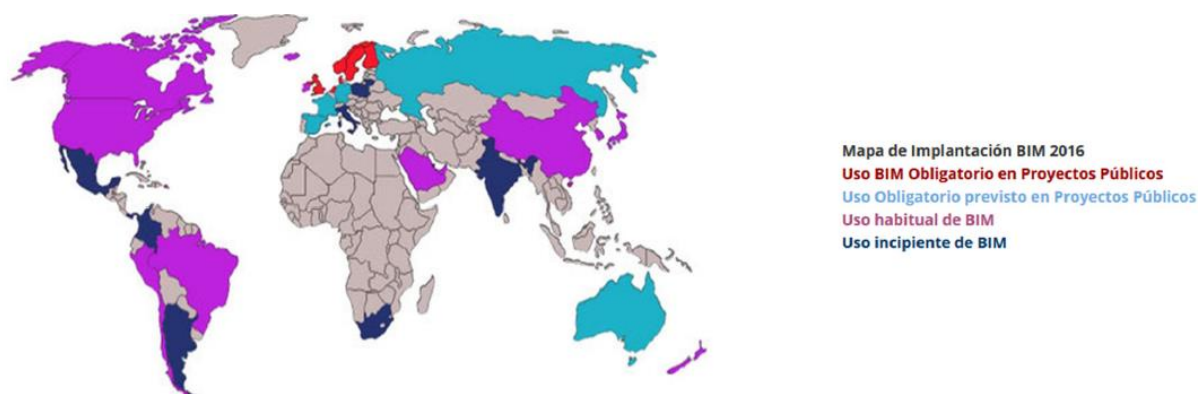


Imagen 5: Mapamundi de la implantación del BIM, 2016  
Fuente: (BuildingSMART, 2016)

Por lo que se refiere a España, hemos de recalcar la creación en 2015 de la Comisión Nacional en BIM por el Ministerio de Fomento. Esta comisión tiene como objetivo “analizar cómo implementar BIM en el sector y como introducirlo en las licitaciones públicas”.



Para el mejor estudio de esta Comisión, hemos considerado oportuno acceder a la página es.BIM, responsable de la implantación BIM en España, definiéndose la misma como:

*“Un grupo abierto a todos los agentes implicados (administraciones, ingenierías, constructoras, universidades, profesionales...) cuya misión principal es la implantación de BIM en España. Se caracteriza por ser un grupo multidisciplinar, organizado por temáticas y en el que un chairman será el que ejerza de dinamizador en los trabajos.”*  
("¿Qué es BIM?", 2021)

Centrándonos ahora en las ventajas de la implementación del BIM en los proyectos de construcción españoles, hemos de destacar las siguientes:

- Incremento importante de la eficacia de los proyectos y obras de edificación e ingeniería.
- Adecuación de los proyectos españoles a las tendencias internacionales existentes en la construcción.
- Reforzamiento de los compromisos para conseguir edificaciones más sostenibles.
- Obtención de modelos de información que permiten una absoluta transparencia y que pueden ser consultados por todos los agentes que participan en el proyecto.
- Reducción notable de todo tipo de costes de los proyectos en todas sus fases. Se suprime hasta un 40% de cambio no presupuestado.
- Mayor estimación de los costes dentro del 3% y acortamiento del tiempo necesario para su elaboración hasta un 80%.
- Facilidad para alcanzar proyectos internacionales al mejorar la calidad de la marca España.
- Minoración de hasta un 7% en el tiempo del proyecto.
- Economización, hasta con un 10% de ahorro sobre el valor del contrato por medio de detecciones de choque.
- Mejor productividad y participación de los agentes en el proyecto.
- Hoy, existe una carencia de edificios modelados para la gestión de la información en el campo de la arquitectura, construcción e ingeniería, y su demanda aumentará con el tiempo.

## 6.2. HBIM (Historic Building Information Modelling)

Para empezar con este punto, consideramos conveniente traer a colación la definición de un HBIM (Historic Building Information Modelling). De forma escueta, un HBIM es un proyecto BIM aplicado al patrimonio histórico que es precisamente lo que hemos realizado en este TFG y por ello la importancia del tratamiento de este enfoque específico que puede adoptar un BIM.

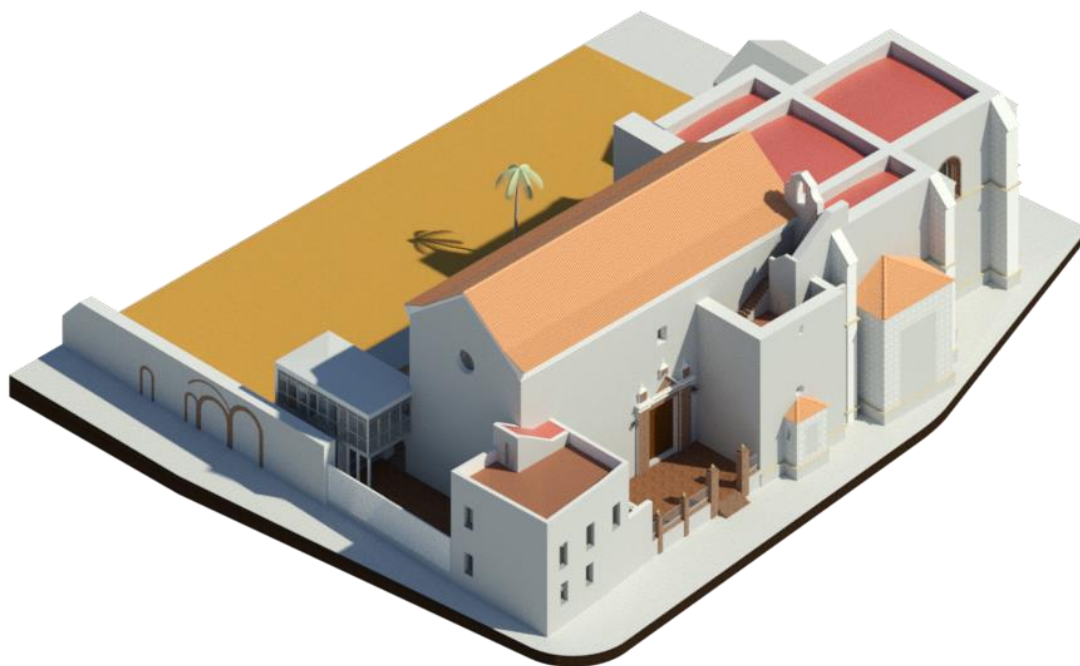
De modo más técnico, se puede definir el HBIM como una innovadora herramienta idónea para la incorporación online y de manera visual toda la información posible de un bien patrimonial, haciendo que todo tipo de proyectos de restauración, gestión, conservación preventiva, y divulgación puedan transformarse en un modelo virtual que permita interactuar con él, generar secciones virtuales, crear filtros para consultar gráficas, difundir búsquedas de información instantáneas, etc.

HBIM hace factible la interacción entre todos los profesionales implicados en la preservación del Patrimonio Histórico, que, a partir de un modelo virtual, permite almacenar el saber y la experiencia de todos ellos. ("hbim", 2021)

Una vez definido, es importante diferenciar entre el HBIM y el BIM radicando su principal diferencia en la implementación y en la finalidad. Cuando hacemos referencia al BIM, entendemos un proyecto con una finalidad más global mientras que si nos referimos al HBIM entendemos la implementación de dicho trabajo. Por lo que se refiere a su finalidad, los proyectos HBIM presentan habitualmente entre sus finalidades la divulgación, el mantenimiento o la restauración del patrimonio arquitectónico construido.

Al contrario de lo que ocurre con BIM, un HBIM se puede caracterizar como una forma de ingeniería inversa en la que no se parte de cero sino de una construcción ya asentada y con algunos desperfectos como consecuencia del transcurso del tiempo lo que se traduce en una necesidad mayor de toma de datos y con una precisión más exigente.

Respecto a la toma de datos, existen distintas técnicas, aunque las más habituales son la fotogrametría y el láser escáner.



*Imagen 6: Modelo HBIM de la Iglesia Santa Ana, Carmona. Fuente:  
Elaborada por el autor.*

#### **6.2.1. Propósito del BIM aplicado al Patrimonio Histórico.**

Antes de intervenir, modificar o tomar decisiones que puedan afectar negativamente a cualquier bien de patrimonio cultural es fundamental contar con un conocimiento exhaustivo del mismo. Para ello, se requiere llevar a cabo un diagnóstico completo, del que se extraigan conclusiones basados en los resultados obtenidos, además de posibles medidas de intervenciones adecuadas y específicas para prevenir daños.

Los datos extraídos sobre el patrimonio histórico son fruto de múltiples evaluaciones y análisis de investigación por parte de diferentes agentes profesionales. Un estudio comparativo muestra que hay muchas diferencias entre los resultados de diferentes análisis, aunque el objeto de estudio sea el mismo. Por lo tanto, no cabe duda de que debemos enfocarnos en modelos y enfoques metodológicos más interdisciplinares, que faciliten el análisis conjunto desde diferentes entidades a través de preguntas comunes y

herramientas colaborativas, tales como se ofrecen en el modelo BIM (Building Information Modeling).

Cabe destacar que el uso de BIM supone una auténtica revolución, ya que imitan el proceso real de la construcción de obras civiles. La metodología del entorno BIM es un método multidimensional que permite el desarrollo coherente y ordenado de todas las fases de vida de un edificio o infraestructura, ofreciendo un sistema de información unificado entre proyectistas, constructores, entre otros agentes implicados en el proyecto constructivo. Nos aportan, además, precisión y rigurosidad en nuestros análisis, un factor esencial cuando se trata de intervenir en un edificio histórico protegido.

Así pues, podemos decir que la metodología BIM nos permite sistematizar un proceso de intervención multidisciplinario, evaluando aquello que se podría remodelar y creando un plan de actuación concreto y de conservación preventiva para el sector patrimonial, mediante el uso de nuevas técnicas y modelos 3D paramétricos.

Una vez ordenados, los entregables se podrán consultar para evitar lagunas, la repetición de tareas, revisar los tiempos de actuación o evitar cualquier incidencia en el futuro o cualquier sobre coste.

Una vez detalladas las ventajas de la metodología BIM y su aplicación en edificios de patrimonio cultural, vamos a proceder a explicar las diferentes fases o modelos de actuación implicados en el proceso. Si bien todos los trabajos han de partir de una investigación y diagnóstico previo, el orden de acciones que les siguen puede alternarse.

### **Investigación y valoración**

- Fase 1: Exponer los objetivos y la planificación

Esta etapa abarca métodos de identificación de problemas y necesidades, se establecen objetivos, se examinan los recursos disponibles y se planifican las diferentes tareas a realizar.

Asimismo, la implementación del BIM conlleva la necesidad de elaborar un protocolo de intervención para coordinar las distintas fases de ejecución del proyecto de una manera óptima para cumplir los objetivos que se habían fijado. Así pues, podríamos señalar que

la fase de definición de los objetivos determinará el fin que se pretende alcanzar, el nivel de desarrollo (LOD) en el modelo BIM, su nivel de precisión y detalle, entre otros. Todo ello será configurado de tal manera que no impida la posibilidad de añadir modificaciones más complejas en el futuro.

- Fase 2: Estudio interdisciplinar

En esta fase tiene lugar una actualización del estado del edificio, incluyendo la revisión de los análisis que le preceden, con el fin de que se pueda estudiar toda evolución y los posibles cambios estructurales o del medio que haya experimentado el bien cultural. Toda esta recopilación de información deberá ser integrada en la plataforma de comunicación centralizada para garantizar su correcta difusión entre los distintos integrantes del equipo partícipes en el proyecto. Además, esta base de conocimiento deberá estar categorizada en función de la especialidad: evolución histórica, análisis del estado de materiales; patologías, restauración de la fachada; arquitectura arqueológica, etc.

- Fase 3: Ejecutar el modelo en BIM

El modelo de construcción BIM requiere la realización de tres actividades previas para poder ser llevado a cabo de un modo eficaz. Antes que nada, y como ya hemos mencionado en el punto anterior, precisa de unos objetivos de actuación que definan el nivel de desarrollo (LOD) o maduración de la información a implementar. En segundo lugar, se ha de realizar un levantamiento gráfico adecuada a dichos objetivos, para el que se empleará las herramientas y materiales correspondientes según el caso (dispositivos topográficos, escáner laser, fotogrametría, etc.). En último lugar, es necesario contar con la mayor información posible sobre las características del patrimonio histórico construido para poder dividir el proceso de modelado.

Con estos elementos, se elaborará un modelo BIM basado en la interoperabilidad de los usuarios, que pueden llevar un seguimiento e intervenir de forma colaborativa en tiempo real.

- Fase 4: Valoración

Una vez implementado el modelo BIM, se llevará a cabo un diagnóstico del BIC desde diferentes perspectivas y ramas de especialización, para tener una visión completa que permita solventar cualquier problema de forma consensuada.

### **Propuestas de actuación**

Al igual que ocurre con las obras de nueva planta, la elaboración de las propuestas de intervención puede estar comprendida en diferentes sesiones, como son el anteproyecto, el proyecto básico o el proyecto de ejecución. Mientras que el primero ofrece una imagen global de las características generales de la obra y un presupuesto aproximado, el proyecto básico únicamente se centra en el aspecto urbanístico y el proyecto de ejecución autoriza la obra una vez contrastado todos los datos y tras discutir cuál sería la mejor solución para cada caso (humedades, revestimiento, refuerzos de cimentación, alteraciones en el terreno, sustitución de piezas).

Además, el BIM permite crear simulaciones digitales de diferentes propuestas, obteniendo planos, mediciones, estimaciones de los costes y otros aspectos que repercuten en el bien cultural. Todo ello contribuirá a valorar medidas alternativas con mayor fundamento.

### **Ejecución de obras de intervención**

Para la ejecución de trabajos de actuación, podemos distinguir algunas fases y concretamente las siguientes:

- Fase 0: Estudio, comprobación y empleo de la información del proyecto

Esta fase se desenvuelve mayoritariamente durante el proyecto de licitación pudiendo identificar su momento inicial con aquel en el que el promotor toma la decisión de emprender un proyecto, siendo responsabilidad suya elaborar o encomendar la revisión y actualización del mismo antes de iniciar su licitación.

Esta comprobación facilita notablemente con el empleo de la metodología BIM, permitiendo el acceso a la información en cualquier momento, que a su vez se encuentra ordenada y concentrada, previniendo el extravío de datos. Igualmente resaltar que todos los cambios que puedan ir surgiendo podrán ser implementados en el modelo BIM a través de la actualización de su sistema de información o/y geometría.

- Fase 1: A lo largo de la ejecución de la obra se actualizará la información del proyecto.

Se refiere a las continuadas actualizaciones del proyecto que puedan darse durante la ejecución de la obra y de las que son responsables los miembros del equipo técnico redactor.

- Fase 2: Planificación de la intervención.

Dicha fase consistente en la planificación y seguimiento de la intervención por parte del contratista a quien le corresponde realizar un pronóstico de los trabajos que se van a tener que llevar a cabo, de sus costes y de sus rendimientos. Estas tareas se pueden realizar perfectamente a través de la incorporación de la dimensión temporal en BIM, aunque si bien debe completarse con el seguimiento mensual de los costes. El sistema BIM admite realizar una simulación virtual unida a la programación de partidas de obras con costes, perfeccionando así la gestión de la construcción.

- Fase 3: Reconocer los controles de calidad y su trazabilidad, ensayos y documentación complementaria.

Se trata de una serie de tareas que deben ser realizadas por todos los agentes transversales que intervienen durante la ejecución. Es necesario recordar la importancia de estructurar bien el BIM e identificar todos los elementos de una forma adecuada para conseguir una base de datos elástica y actualizada, ya que el modelo BIM será el contenedor de la totalidad de la información relacionada con el edificio histórico.

### **Conservación preventiva**

Para tratar este punto, hemos considerado conveniente acudir al texto del Plan Nacional de Conservación Preventiva del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015, que define la misma de la siguiente manera:

*“la conservación preventiva es una estrategia de conservación del patrimonio cultural que propone un método de trabajo sistemático para identificar, evaluar, detectar y controlar los riesgos de deterioro de los objetos, colecciones, monumentos y por extensión cualquier bien cultural, con el fin de eliminar o minimizar dichos riesgos, actuando sobre el origen de los problemas, que generalmente se encuentran en los factores externos a los propios bienes culturales”.* (Plan Nacional de Conservación Preventiva ,2015).

### **Difusión cultural**

La difusión cultural se ve enormemente enriquecida por los contenidos BIM y su representación tridimensional.

Hay distintas posibilidades de aplicación del modelo BIM en la difusión de los valores:

- Videos promocionales para el desaparecido, lejano o inaccesible, visitas virtuales.
- Herramienta útil para la visita presencial a los bienes culturales, pudiendo acceder a través de los smartphones (mapas turísticos, audioguía, infografías, paneles).
- Difusión del proceso de intervención en el bien cultural.
- Propagación de la degradación de los elementos frágiles con el objetivo de convencer a los agentes de la importancia de conseguir una conservación preventiva y un control de las visitas, como también al visitante de la relevancia de acatar las normas de conducta mientras dure la visita.

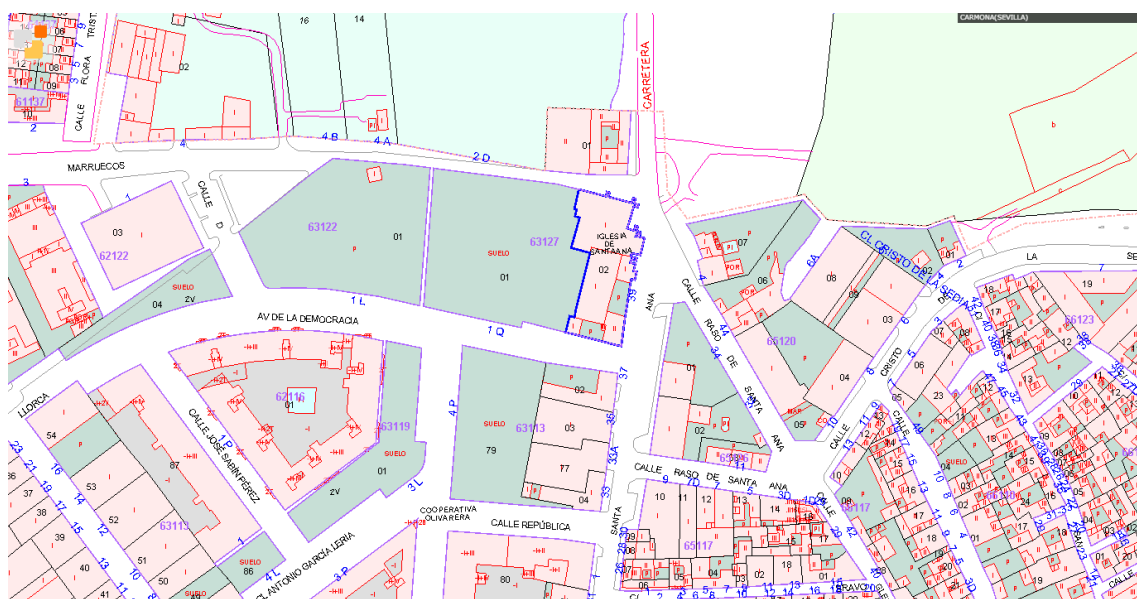
Para que todo ello sea posible, a través de los modelos BIM se pueden conseguir los siguientes materiales de apoyo a la difusión:

- Modelo tridimensional del bien patrimonial en su estado actual.
- Secciones constructivas y simulación en 4D de la técnica.
- Simulación 4D de la transformación histórica del edificio y su entorno.
- Difundir los peligros y las medidas de preservación en el modelo tridimensional.
- Revista virtual de los bienes patrimoniales.
- Difundir los valores únicos (arquitectónicos, funcionales, decorativos...).



## 7. ANÁLISIS DEL BIEN PATRIMONIAL IGLESIA SANTA ANA

### 7.1. Emplazamiento, parcela y superficie.



*Imagen 7: Plano de entorno de la Iglesia Santa Ana, Carmona. Fuente: Sede Electrónica de Catastro*

La parcela se integra en los terrenos de la antigua Cooperativa Olivarera, AR-1-A, finalidad de la aprobada Modificación de las Normas Subsidiarias de Carmona en el entorno de la iglesia de Santa Ana. Con la Ordenación prevista por la Modificación, la parcela EQ1, linda por el Sur con calle Democracia, prolongación de la calle Carmen Lorca hasta calle González Girón, por el Norte con el camino de Marruecos, primitiva Ronda del Cementerio, por el Oeste camino peatonal, y por el Este con la iglesia de Santa Ana, objeto de estudio.

La superficie de la parcela, incluidos los terrenos sobre los que se edifica la iglesia, según la realización del levantamiento topográfico, se trata de una superficie de 4.818 m<sup>2</sup> aproximadamente. Siendo 1.274 m<sup>2</sup> la superficie gráfica del conjunto religioso.



*Imagen 8: Plano de manzana del Convento de Santa Ana, Carmona. 1968  
Fuente: Carmona en la Edad Moderna. Actas del III Congreso de Historia  
de Carmona.*

## 7.2. Ficha técnica. Catalogación Urbanística.

### 7.2.1. Adquirida en el PGOU

## PLAN ESPECIAL DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE CARMONA

### CATÁLOGO DE EDIFICIOS DE LA CIUDAD Y SU ETORNO

Denominación	Iglesia de Santa Ana
Localización	Calle Santa Ana 039

Ref. Catastral	6311301
Grado de Protección	A
Tipología Estructural	Iglesia
Superficie	1095 m <sup>2</sup>
N.º de Plantas	I
Propiedad	Pública
Usos documentados	Iglesia, convento y cementerio
Afecciones de la Protección	Bien de Interés Cultural (B.I.C.) Declarado

#### *CLÁUSULAS DE PROTECCIÓN, ORDENACIÓN E INTERVENCIÓN*

Alcance de nivel de protección exigido	La iglesia en su totalidad conforme al ámbito de edificación y los espacios libres, patio de ingreso, situado al Este y el nuevo patio, aunque ya existente, situado en los pies de la Iglesia al Sur.
Intervenciones permitidas	Rehabilitación I, restauración y conservación.
Parám. Básicos de Ordenación	Condiciones de la Parcelación, no se permite segregaciones en el ámbito protegido; realineaciones serán determinada por la Consejería de Cultura. Condiciones de Uso según el planeamiento general. Condiciones de la Edificación será determinada por la Consejería de Cultura.
Cautela arqueológica	Cautela Emergente, Grado I
Criterios particulares de intervención	En el espacio libre de la propiedad se autorizará aquellas actuaciones que contribuyan en la preservación del edificio y acondicionen la disposición de sus volúmenes y espacios libres a la naturaleza del Bien de Interés Cultural.

**7.2.2. Adquirida en la Conserjería de Cultura y Patrimonio Histórico,  
Patrimonio Inmueble de Andalucía**

**PATRIMONIO INMUEBLE DE ANDALUCÍA**

**IDENTIFICACIÓN**

Denominación	Iglesia de Santa Ana
Otras denominaciones	Iglesia del Convento de Santa Ana
Código	01410240505
Caracterización	Arquitectónica
Provincia	Sevilla
Municipio	Carmona
Inmuebles relacionados	Código: 0141024612 Denominación: Antiguo Convento de Santa Ana

**DESCRIPCIÓN**

Tipologías	Actividades	P. Históricos	Cronología	Estilos
Iglesias conventuales	Ceremonia cristiana	Edad Moderna	1522	Gótico
Iglesias conventuales	Ceremonia cristiana	Edad Moderna		Renacimiento

**PROTECCIÓN**

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	BIC	Monumento	BOE	15/12/1978	-	-

### 7.3. Documentación histórica del bien patrimonial.

El templo de Santa Ana fue edificado extramuros y en las cercanías del pueblo; siendo posteriormente destinado a cementerio municipal, que establece una gran fracción de la primitiva residencia conventual. Hasta la exclaustación estuvo habitado por la Orden de Santo Domingo.

El único conocimiento que existe sobre la procedencia de este Convento son los averiguados por los hallazgos que se estipulan en una lápida necrológica del antepresbiterio. En dicha lápida se alude a los fundadores del mismo, un matrimonio constituido por Marina de la Vega y Juan Mateos Castaño, y presenta la fecha de 1522, pudiendo ser el momento de defunción de alguno de ellos. Los escritos que se añaden exponen la contemporaneidad de los previos pasos arquitectónicos en el primer cuarto del mencionado siglo. Sin duda los relatos de la Orden poseerán informes más precisos sobre el particular.

Mismamente curiosa es la epigrafía; se lee la inscripción en el antepresbiterio los siguientes caracteres góticos: *“Aquí yacen sepultados el noble varón Juan Mateos Castaño y Marina de la Vega su mujer fundadores de esta Capilla Mayor y de este Monasterio de Señora Santa Ana. Rogad a Nuestro Señor por sus ánimas. R.I.P.A. Año de MDXXII”*.

En el crucero, lado Epístola, esta otra: *“Esta capilla y entierro es de los Hermanos de la Imperial Cofradía de Sto. Rosario de esta ilustre y noble ciudad de Carmona. Año de 1646”*.

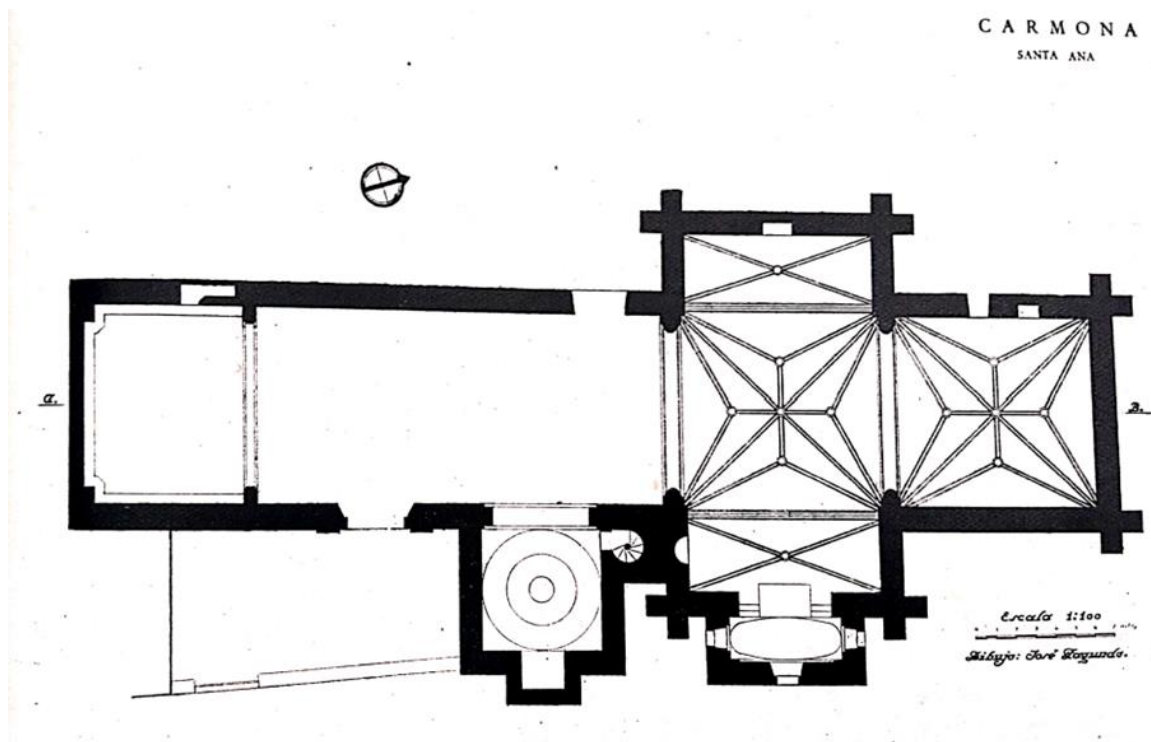
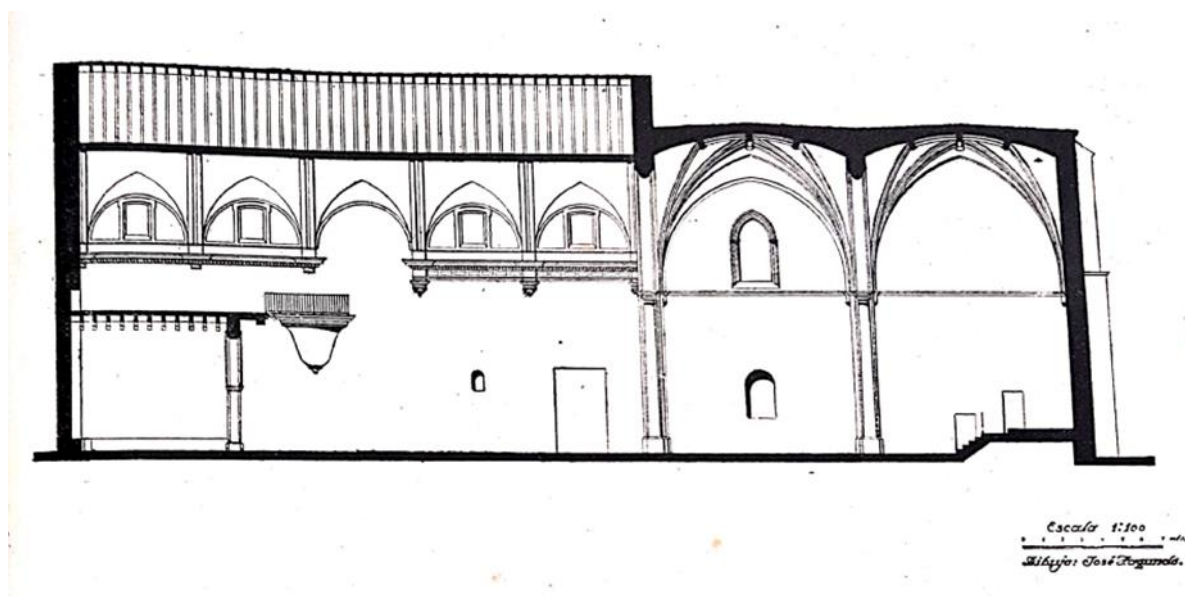


Imagen 9: Plano de planta. Convento de Santa Ana. Carmona. Fuente:  
Catálogo Arqueológico y Artístico

En cuanto a la arquitectura, la iglesia presenta planta de cruz latina de una sola nave, preservándose íntegra la cabecera cerrada por cuatro bóvedas de crucería labradas en piedra caliza que descansan sobre cuatro arcos ojivales que apoyan a su vez, en otros tantos pilares de ladrillo, elementos claramente de estilo góticos; encontrándose en el cuerpo de la nave otras de cañón y lunetos.

Por el trasdós se recubren con rosca de ladrillo, rematadas con azoteas de grandes pendientes que desaguan por medio de gárgolas.





*Imagen 10: Sección longitudinal. Convento de Santa Ana, Carmona.  
Fuente: Catálogo Arqueológico y Artístico*

Los muros de la fábrica antigua están ejecutados con ladrillo y tapial, concediendo robustez al conjunto doce contrafuertes externos.

De las demás dependencias monásticas sólo se reconocen una posible portería en el patio de ingreso Este, y en el Campo Santo algunos restos del claustro, que más tarde se demolieron por carencia de espacio y llevar a cabo obras de ampliación.

Podemos suponer la cronología y el estilo valorando los elementos constructivos y decorativos que logran examinarse en la actualidad, indicando que los restos más primitivos se relacionan con el estilo mudéjar, en torno al Quinientos. De este modo son los soportes que se hallan en la nombrada portería, portada ciega de los pies del templo, y notoriamente renacentistas son la sección de nervios, ménsulas e impostas del crucero y cabecera.

Existen escritos en los que consta que se llevaron a cabo obras de gran envergadura en el Convento durante el siglo XVI, particularmente en una capilla lateral con bóveda plana, adornada con círculos concéntricos, y en sus claustros.

Al siglo XVII corresponde la capilla de retablo de Ntra. Señora del Rosario con una exquisita decoración, en el crucero, lado Epístola.

Hacia el siglo XVIII y dentro las corrientes higienistas de la etapa, se esconde el artesanado de la nave, datado en el siglo XVI, con una bóveda encamonada de cañón colmada de molduraje y decoración barroca. Como figura que el convento se encontraba en un estado ruinoso en 1769, pensamos que en la citada obra pudo someterse a una reconstrucción consecutiva.

No mantiene ninguna pieza de arte, puesto que el altar mayor se trasladó a la parroquial de Almargen y Cantillana, para reemplazar a los devastados por la rebelión en el 1936.

Luego el convento fue designado cementerio municipal. Posteriormente la bóveda barroca y la cubierta mudéjar del templo se extravió, siendo reemplaza por una cubierta metálica.



*Imagen 11: Claustros del Antiguo Convento Dominicó de Santa Ana. 1957. Fuente: Hermandad del Santo Entierro.*



#### **7.4. Obras de Restauración de la Iglesia de Santa Ana de Carmona, por los miembros de una Hermandad, finales del siglo XX**

Los componentes de la Junta de Gobierno de la Hdad. del Santo Entierro ejecutan la restauración de la Iglesia de Santa Ana que presentaba un en aspecto ruinoso y de la planta superior de la Casa Hermandad.

Tras la desamortización del 1836, el edificio religioso pasa al dominio municipal tras quedar completamente abandonado, adentrándose en una lamentable etapa de redundaría, con despojos elementos arquitectónicos y de parte de sus pertenencias, incluso concediendo sus prestaciones como camposanto municipal. Etapa concluida en 1973 con la entrega de lo que quedaba de iglesia del Aymto. a la Hdad. del Santo Entierro después de estrenarse el reciente cementerio.

Con el propósito de la custodia la iglesia, lo primero que hace la Hdad. en 1976 es lograr que se inicie la documentación declarándose Monumento Histórico Artístico de carácter nacional, cuya condición la alcanzaría por el convenio del Consejo de Ministros en 1978.

Después de juntar múltiples informes técnicos en el cual se valoraba el estado de deterioro en ciertas partes del templo, se logra una cuantía próxima a un millón de pesetas por parte de la Dirección General de Bellas Artes del Ministerio de Cultura para emprender unas obras de urgencia con la finalidad de reducir la carga de la cubierta de tejas que forzaba el hastial norte, ocasionando una inclinación cercana a un metro con claro peligro de vuelco. El mencionado hastial se apuntaló y se protegió temporalmente la nave con fibrocemento, para seguir haciendo uso de la iglesia.



*Imagen 12: Peligrosa inclinación del muro hastial hacia la cubierta del ábside, con puntales rollizos colocados por los hermanos. 1979. Fuente Hermandad del Santo Entierro. XXV Aniversario de su Fundación. (1978). Carmona, Sevilla.*

Durante el 30 de diciembre de 1981, una tempestad con fuertes vientos de más de 90 km/h, ocasiona el desplome de varias láminas de cubrición, lo que ocasiona la intrusión de agua en algunas partes del artesanado, así quedan recogidos en otros informes técnicos dirigidos a la propiedad y a los organismos delegados de la protección monumental.



*Imagen 13: Cubierta de fibrocemento provisional. 1980. Fuente Hermandad del Santo Entierro. XXV Aniversario de su Fundación. (1978). Carmona, Sevilla.*

El periódico ABC de Sevilla titulaba el 14 de enero de 1987 la siguiente noticia: “*Hundida la bóveda de Santa Ana*” y el escrito señalaba: “... *la Hermandad alertada por los técnicos, había trasladado sus cultos a una capilla adosada y desde hace dos años no efectuaba su salida procesional...*”. Y efectivamente, la constante filtración de agua en la bóveda del siglo XVIII provocó su derrumbe. La peligrosidad del incidente hizo que los mandos de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía autorizaran una actuación de emergencia por valor de diez millones de pesetas.

Con este dinero se obraba hasta febrero de 1988 en la cubierta para ejecutar, tras desarmar el artesonado de madera del siglo XVI y hacer inventario, la nueva estructura portante constituida por perfiles metálicos, trasdosada por paneles aislantes, capa de hormigón armado y la recolocación de las tejas árabes que fueron desmontadas en la operación de 1980, que repara íntegramente la cubierta de la nave de la iglesia, reemplazándose incluso el hastial por uno de nueva obra con las mismas dimensiones.





*Imagen 14: Inicio de las obras de urgencias después del hundimiento de la bóveda.*

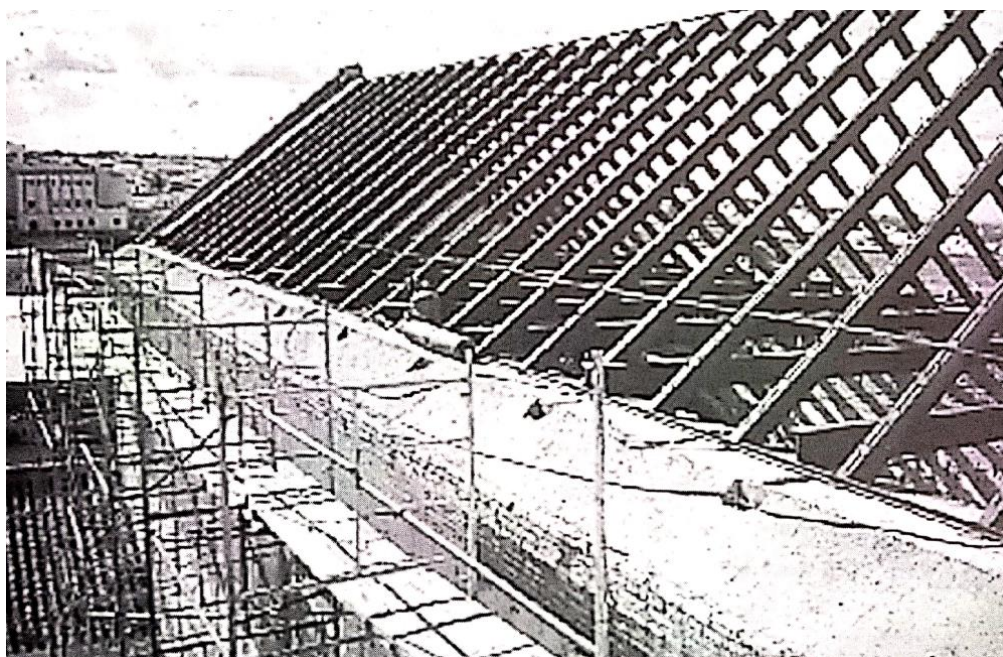
*Fuente Hermandad del Santo Entierro. XXV Aniversario de su Fundación. (1978).*

*Carmona, Sevilla.*

Desde entonces no se ha obtenido ninguna otra contribución oficial para reparar el templo, son los mismos hermanos de la Hdad. del Santo Entierro quienes conservan las transcendentales fábricas con ciertas pagas del Ayuntamiento de Carmona (titular de la iglesia) que les suministra, y que se ajusta a tareas sencillas de conservación. Sin embargo, debemos de rememorar que, tras el mencionado expediente de emergencia subvencionado por la Consejería de Cultura, el arquitecto que había dirigido ese proyecto asumió la redacción de un proyecto de rehabilitación del templo que, consideraba unos objetivos muy codiciosos que jamás se tramitó por el contratante Organismo.

Nuevamente los hermanos en 1977 desean progresar en la restauración arquitectónica de la Iglesia de Santa Ana y determinan ejecutar el retablo del presbiterio para colocar

majestuosamente las imágenes y construyen para ello un muro de forma cóncava de una altura aproximada de seis metros con unas peanas convexas revestidas con estuco rojo y blanco, focalizándose el interior de la iglesia. Asimismo, efectúan el pavimento de ábside, ejecutan la mesa del altar y sustituyen la instalación eléctrica. Igualmente, los hermanos deciden rehabilitar la planta superior de la Casa Hermandad y abordan una considerable obra de reformas.



*Imagen 15: Nueva estructura portante de la cubierta en perfilería metálica. 1987.  
Fuente Hermandad del Santo Entierro. XXV Aniversario de su Fundación. (1978).  
Carmona, Sevilla.*

### **7.5. Obras de Rehabilitación de la Antigua Iglesia de Santa Ana de Carmona, 2014-2020**

Para recobrar el BIC Iglesia de Santa Ana, la Modificación de las Normas le concede el nuevo uso de Equipamiento Comunitario Cultural Docente, y lo integra en única parcela, EQ1.

La puesta en servicio del BIC Iglesia Santa Ana al nuevo uso, con la intención de recobrarlo como espacio para la función que se le destina, conservando su carácter, con un tratamiento lo más limpio posible.

Se describen operaciones como la apertura del acceso Oeste, a los pies de la nave del templo, con la el nuevo jardín arqueológico, por medio de los cuatro arcos apuntalados.



*Imagen16: Vista de la Iglesia de Santa Ana desde el nuevo Jardín Arqueológico. Fuente: Elaborada por el propio autor.*

En antañas intervenciones, la armadura se desmontó, guardándose ordenadamente; en la actualidad no quedan restos de dicha armadura. Por lo que se propone una nueva, suspendida por tirantes metálicos y que favorezcan la acústica de la iglesia, constituida por un entramado elaborado con chapa de acero plegada, microperforada y lacada en color blanco, revestida con aislamiento de lana de roca y velo acústico en su interior, dejando un espacio entre las diferentes bandas del entramado, para la distribución de la luminaria. En las fachadas de cierre de la nave se proyecta un efecto lumínico sobre los arcos del XVIII y aluden a la bóveda de cañón.





*Imagen17: Nuevas armaduras en la obras de intervención, nave principal de la Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor.*

Se colocarán pasarelas de tramex por encima de los perfiles metálicos del entramado, que llevan integrado las luminarias y otras instalaciones, para su conservación y reparación.

En el sotocoro se suprime el muro de fábrica que tabica el arco carpanel, integrándose a la nave principal este espacio, utilizándose lunas de vidrio templado para separarlos.

Se conserva el alfarje visible por la parte de inferior del sotocoro. La solería superior del coro se ejecutará con tarima de paneles de madera barnizada, conservándose la repisa barroca.



*Imagen 18: Restauración del Sotocoro. Fuente: Elaborada por el propio autor.*

El altar del presbiterio, se retranquea hasta una altura similar a la antigua, dejando un vidrio rectangular para poder visionar su antigua localización, recobrando la cota del resto del pavimento del templo y, así lograr recuperar las basas ocultas de los apoyos sobre los que se elevan los arcos ojivales.





*Imágenes 19 y 20: Acceso ciego a la Antigua Sacristía. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.*

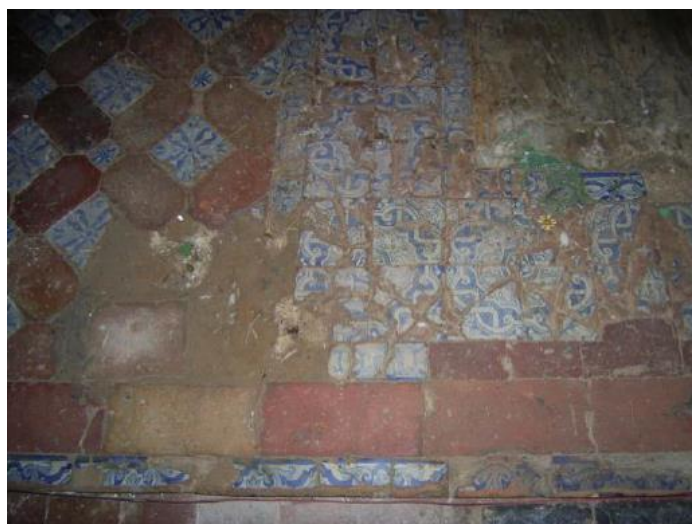
Este retranqueo permite el acceso por un hueco existente, que se rescata, perteneciente a la antigua sacristía, en el cual se proyecta la dotación en planta baja de los aseos y la conexión con la zona exterior, por medio de los restaurados arcos. Desde el mismo se accede a la planta primera y a partir de esta, a la planta ubicada bajo la cubierta inclinada, donde se ubicarán las instalaciones. Esta edificación de la sacristía no se encontraba catalogada, gracias al estudio de la arqueóloga Rocío Anglada Curado se ha incluido.



*Imágenes 21 y 22: Acceso a la zona de la Antigua Sacristía, durante y tras su Restauración. Fuente: Elaborada por el propio autor.*

La separación de esta edificación con la iglesia por sus contrafuertes, y con el objeto de recatar la visibilidad del diseño de la cruz latina de la iglesia, tanto desde el interior como desde el exterior, y de esta manera permitir el visionado del arco que se recobra en la zona del presbiterio y toda la altitud de la iglesia por medio de una montera de vidrio translúcido. La primera planta y la planta bajo cubierta, se emplazan sobre esta montera, facilitando la ventilación.

Desmante del pavimento de arcilla cocida existente del templo, admitiendo la misma cota que el sotocoro y la planta baja de la antigua portería, rescatando los que se encuentren en mejor estado de conservación, para aprovecharlos tanto en los patios de los accesos situado al Sur como al Este de la Iglesia.



*Imagen 23: Pavimento de la Iglesia de Santa Ana. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.*

A lo largo del presbiterio, crucero de las capillas y nave del templo, hasta llegar a la puerta barroca del acceso Este de la iglesia, se proyecta, separado de los muros laterales en la zona del crucero y la nave, un suelo técnico para las instalaciones de electricidad y climatización.

Encima de este nivel, se proyecta una tarima flotante de paneles de madera, nivelada con mortero, capa de compresión sobre rasillones y estos sobre tabiques conejeros, en la superficie de suelo técnico se crea una cámara para que discorra los conductos de

climatización de la iglesia y el sotocoro. Por esta cámara también atraviesa la red de electricidad, rejillas de ventilación y voz.



*Imagen 24: Nuevo pavimento de la nave principal proyectada. Fuente: Elaborada en BIM por el propio autor.*

En el interior de esta tarima, las primitivas lápidas, con curiosa epigrafía, de los instauradores de este monasterio, se situarán al mismo nivel que la tarima flotante.



*Imagen 25: Primitiva lápida, epigrafía de los fundadores del templo. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.*



Igualmente se hará practicable la entrada a la cripta, por medio de una trampilla elaborada con la misma tarima, ubicada a los pies de la capilla del costado Este, de la nave crucero, preservando la pieza de mármol que la cierra bajo la trampilla, manteniendo en cajas de madera los huesos depositados.

La capilla con bóveda elipsoidal, de atrayente yesería, se agrega a la nave crucero, rescatando su antiguo nivel, nivelándose con la Iglesia.



*Imagen 26: Capilla de bóveda elíptica durante su conservación. Fuente:  
Elaborada por el propio autor.*

Mismamente se efectúa en la capilla con bóveda vaída y planta cuadrada, agregándose a la nave iglesia, suprimiendo el muro que ciega el arco, con ese fin, del que se reconoce la rosca de ladrillo desde la nave de la iglesia, conservando la comunicación que actualmente existe bajo la escalera de acceso a la cubierta plana, quitándose la puerta, neogótica, que se localizaba en el patio del acceso Este.



*Imagen 27: Capilla de bóveda vaída y planta cuadrada durante su intervención. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Para la antigua portería se proyectan algunas modificaciones. Se retranquea la fachada Norte, para dejar libre la arquería de tres vanos y cuatro pilares, de ladrillo de los tiempos de los Reyes Católicos, en la que se dispone una montera de vidrio laminar en la zona de ingreso a ella.



*Imagen 28: Arquería y columnas frente a la nueva fachada de la que era la Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Se ordenan como nuevas fachadas el lindero Oeste y el muro Sur, antigua medianera. Se sostienen las entradas a la Iglesia tanto en su planta baja, como en la planta superior del coro, con un sutil desplazamiento.

Para permitir esta intervención e independizar el acceso coro desde la antigua portería, se lleva a cabo una gran reforma, en la que se introduce una escalera adosada al muro Este de la Iglesia, de este modo, a partir del espacio originado entre la arquería de tres vanos y el nuevo paramento de la fachada Norte de la portería, se realice la entrada independiente, tanto a la antigua portería como a la escalera que se dirige al coro, y desde el interior de la portería empleando la misma escalera, acceder a su planta primera.

Para ejecutar dichas operaciones en la antigua portería y debido estado de deterioro de su estructura, se demuele el forjado de planta baja y el superior a este, reconstruyéndose el

mismo, rectificando solo las alineaciones del Norte y Oeste, se dispone una cubierta a la andaluza, que temple la unión con el paramento de la Iglesia.

En la fachada Oeste de la nave crucero se abre el hueco ojival con arquivoltas, actualmente cegado, tapándose con butiral translucido y lunas pulidas, asegurando su estanqueidad.

La restauración de los paramentos interiores y todo lo que lleva incorporado a él que no esté lo bastante adherido al paramento para su recuperación y conservación, se efectúa con morteros de cal, escayolas o yesos. Los paramentos exteriores se revestirán con mortero de cal, suprimiendo los simulados almohadillados y arcos de ladrillo preservando, en las capillas y en los contrafuertes, la fábrica de ladrillo visto, y rescatando los almohadillados realizados de argamasa con piedra local, de este modo proporcionarle un tratamiento uniforme de color a los contrafuertes.



*Imágenes 29 y 30: Trabajos de restauración en las bóvedas nevadas.  
Fuente: Alquiinsa,*

## 8. METODOLOGÍA HBIM

### 8.1. Protocolo teórico para el modelado en HBIM de la Iglesia de Santa Ana de Carmona

Entendemos como protocolo la una sucesión minuciosa de un proceso de intervención, en nuestro caso, un trabajo técnico que tiene como objetivo garantizar las repeticiones exitosas de los resultados por otros agentes, pertenezcan o no al mismo caso.

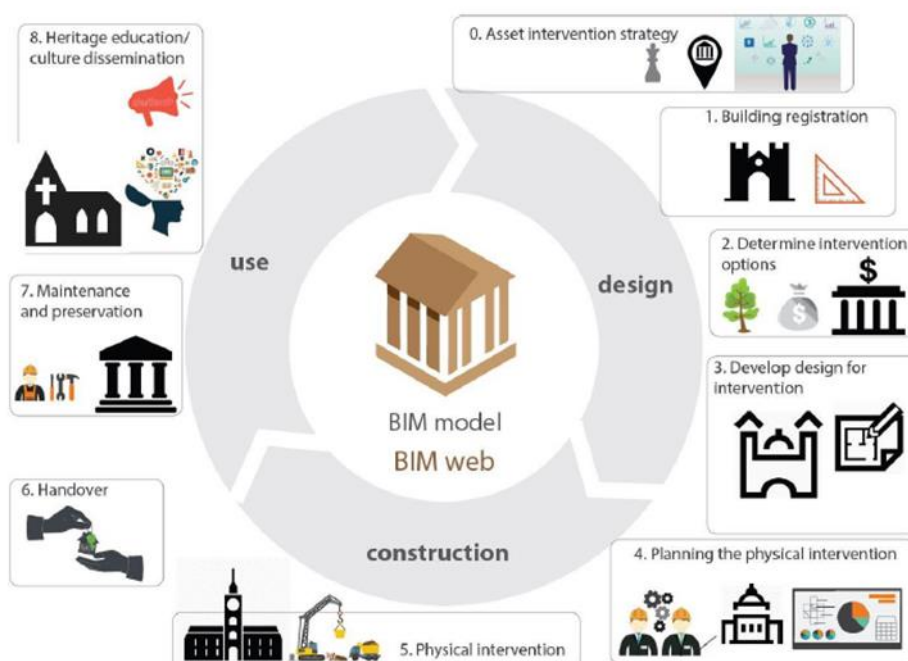


Imagen 31: Protocolo HBIM. Fuente: (ASJANA ROBLES, J. 2018).

Se propone el consecuente protocolo para el modelado del patrimonio arquitectónico mediante la metodología HBIM. Después de estudiar el protocolo para la vida útil de edificaciones históricas, se estima la inclusión del nuevo protocolo para la fase de diseñar su intervención.

El Protocolo se compone del empleo de tres fases para una conclusión grata del codiciado modelado:



## Fase 1- Documentación del Patrimonio arquitectónico

Primeramente, se aconseja efectuar un exhaustivo análisis y un reconocimiento del edificio que se quiera intervenir. Y conocer así, los diferentes sistemas constructivos y elementos que lo conforman.

En esta fase lo apropiado es cosechar la mayor información posible sobre la edificación desde planos, datos sobre las diferentes variaciones y/o restauraciones que se hayan ejecutado, documentar exhaustivamente los materiales constructivos usados, al igual que los elementos estructurales que sustentan la edificación.

No solo podemos basarlos en los datos que guardan la admón. del bien patrimonial, tesis, artículos, etc.

La documentación cosechada es preciso corroborarla con la realidad existente del patrimonio y estudiar las posibles existencias que puedan aparecer entre ellas, por lo que será necesario realizar una visita para inspeccionar el edificio lo más completamente posible.

En dicha visita, es aconsejable hacer fotografías y tomar notas de los detalles que se puedan observar, por si existe algún tipo de patologías, esto nos familiarizará con el edificio y la realización del modelo será mucho más fácil. Para el modelo objeto se comenzará con la ejecución del levantamiento gráfico del estado que presenta el edificio patrimonial.

## Fase 2- Registro de Datos Físicos y Geométricos

Tras del estudio de la información se continua a la toma de datos y perfeccionar el modelado del edificio patrimonial, en tal caso, el volumen y las características geométricas de los elementos, así como sus propiedades físicas partiendo del modelo.

Además de hacer uso de los procedimientos tradicionales de medir, podemos llevar a cabo el uso de las recientes tecnologías que nos ayudan a optimizar y simplificar nuestro trabajo. El uso de un escáner láser resulta muy optimo, ya que con la nube de puntos que se genera nos agiliza y facilita el levantamiento sirviéndonos de base para el modelado.

### 3. La elaboración del modelo tridimensional

Después del análisis del patrimonio arquitectónico y realizar su levantamiento geométrico, seguimos con la realización del modelo.

Seguidamente se propone un modelo para analizar las características de los elementos del edificio realizado por medio de software Autodesk Revit.

En primer lugar, se recomienda el modelaje de los elementos estructurales, al igual que los niveles constructivos y emplearlos como lugar de partida, facilitándonos el trabajo.

Posteriormente se ejecutarán los muros de cierre de la edificación histórica. Tras haber modelado la estructura y el cerramiento, se aconseja a modelar las bóvedas, los arcos y las columnas. A partir de entonces, se ejecutarán los elementos decorativos que enriquecerán nuestro modelo. Para finalizar, se realizará el tejado del patrimonio arquitectónico.

Conseguido el modelado en BIM, deberemos de incorporarle información, aportándole propiedades a los materiales y explicando las intervenciones que son necesarias para su conservación.

### 8.2. Técnica fotogramétrica

Etimológicamente la palabra fotogrametría deriva de las palabras foto- (del griego, luz), -grama (Del griego, escrito) y -metría (del griego, medida), sintetizando de una manera sencilla la misma, como la técnica para plasmar la realidad facilitada y a escala por medio de imágenes.

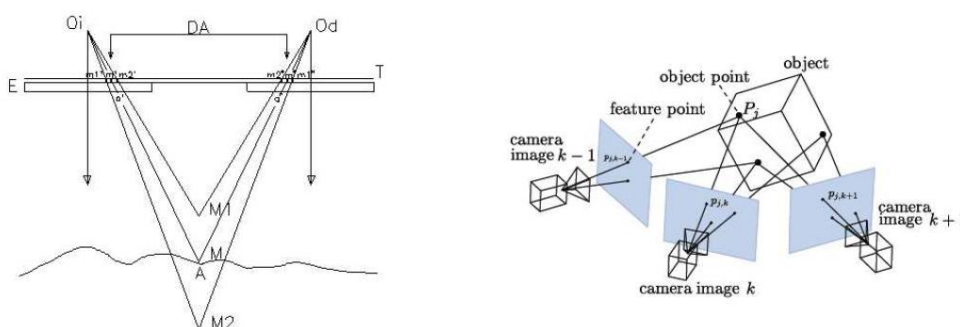
La fotogrametría es una metodología de la cual se puede conseguir la verdadera magnitud figurada en las imágenes fotográficas por medio del procedimiento matemático de sus distorsiones, y nos permite medir y trazar en distancias reales sobre la documentación gráfica adquirida mediante su tratamiento.

Este método de trabajo incrementa el rendimiento del proceso puesto que el tiempo del trabajo de campo es reducido, permitiendo adquirir mediciones muy fiables de manera indirecta, además, teniendo en cuenta la sencillez de la ejecución del proceso. Por lo

contado, hallamos la aplicación de esta metodología en gran variedad de campos de trabajo, así como la arquitectura, restauración, arqueología, o cartografía.

Por medio de la fotogrametría logramos conseguir información sobre las características volumétricas físicas mediante la medición e interpretaciones de las fotografías grabadas. Tendrá como beneficio el poder generar modelos 3D exactos, contemplando unos errores aceptables en la gestión de la información, además de una planimetría que se ajuste bastante a la realidad de lo edificado. Por todo esto, este sistema se hace una fuerte herramienta para el estudio y valoración del patrimonio arquitectónico.

Entendemos el funcionamiento de esta técnica como el desarrollo se realiza gracias al uso de multitud de algoritmos que admiten encontrar los puntos claves entre las distintas imágenes puestas en práctica, basándose en la información radiométrica de manera automatizada. Con el empleo de esta técnica se genera una nube de puntos, y siguiendo los fundamentos de la triangulación automática, se podrá construir modelos 3D. A dicha metodología se le llama SfM (Structure from Motion).



*Imagen 32: Medición estereoscópica y fundamentos de la fotogrametría.*

*Fuente: ddpatrimonioaragones.*

### 8.3. Técnica de escaneado láser

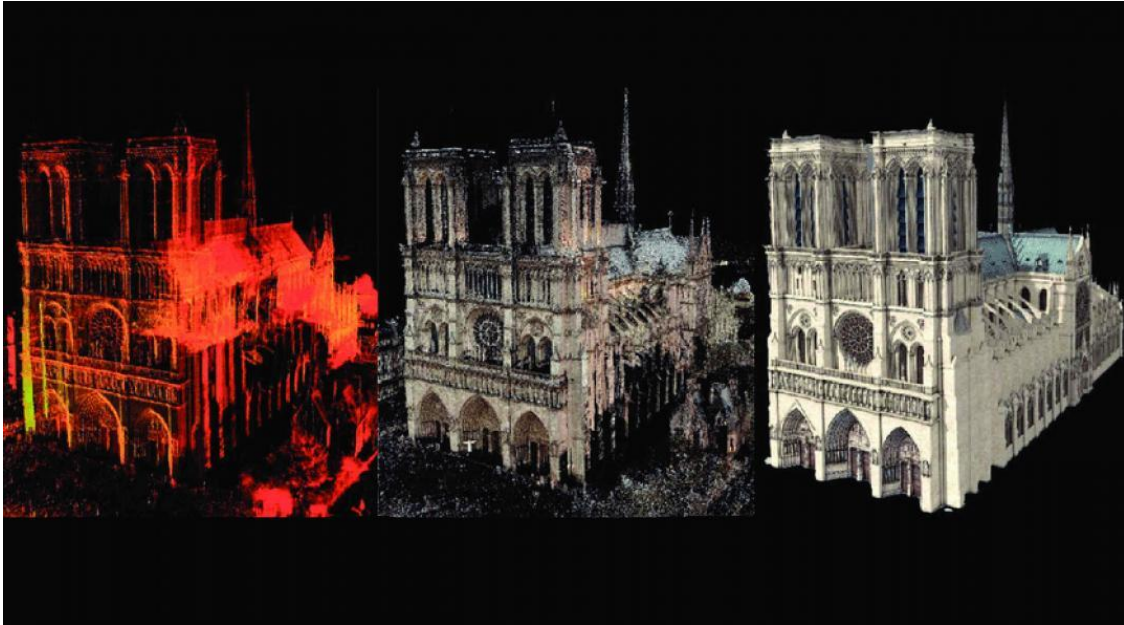
La técnica de escáner láser se vio impulsada por su rápida y fácil ejecución, acelerando enormemente proceso en la recolección de datos espaciales, ya sean de superficie singulares como de los edificios, los datos adquiridos se obtienen con gran precisión y exactitud. El escáner láser tienen dos áreas específicas para recolecta de datos, la terrestre y la aérea, cada cual tiene un alcance y precisión que se corresponderá con el trabajo al que se destine.

La técnica de escáner láser o TLS (Laser Scanner Technologies) operan por medio de un haz de luces, ocasionados en el láser, desplazándose por el área, siendo explorada y retorna al mismo, obteniendo la medición con gran precisión las características volumétricas, con sumo detalle. En este sentido, la técnica de escáner láser extrae una detallada reproducción geométrica 3D de los objetos por medio de millones de puntos, generando una nube, de coordenadas geométricas (X, Y, Z).

Hoy por hoy, la técnica de escáner láser desempeña un fuerte papel en la intervención del patrimonio arquitectónico, en la exploración de patologías y en la generación de modelos tridimensionales. No obstante, el alto coste de esta tecnología, la formación y la información del trabajador autorizado para su uso, resulta ser un inconveniente.

Para la generación de la nube de puntos, debemos considerar, que debemos de posicionarnos de manera adecuada y realizar tantos escaneos como sean necesarios. A dicha técnica se le conoce como “el registro de la nube de puntos”, los diferentes estacionamientos originan nubes de puntos parciales que se conectarán para formar un único archivo global. Para llevar a cabo el registro es imprescindible que haya una superposición entre los puntos adyacentes, en torno al 20-30% con el objetivo de identificar las conexiones entre las nubes de puntos.

El registro de la nube de puntos se efectúa por medio de algoritmos que mejoran la alineación de puntos próximos entre dos estacionamientos, cooperan en la edición de datos tridimensionales mediante softwares específicos. Mas adelante, será necesario limpiar el ruido de información, para un uso adecuado de la nube de puntos, empleando softwares específicos para el tratamiento de puntos. Como puede ser Autodesk Recap.



*Imagen 33: Escaneado Láser de la Catedral de Notre Dame en París para su intervención. Fuente: (la Voz, 2018)*

Por otra parte, aparece la técnica del mallado con superficies poligonales. Esta técnica se funda en generar una serie de superficies triangulares, elaboradas en base a la nube de puntos, originando a una malla espacial.

El escáner láser que contamos en la escuela es de Leica, modelo BLK360.

#### 8.4. Modelado de la Iglesia de Santa Ana en software BIM Autodesk Revit

Al generar un Proyecto en Revit, primeramente, debemos de configurarlo, y especificar la el emplazamiento geográfico.

Se organizará las fases del proceso para facilitar el trabajo antes de comenzar con el levantamiento de la Iglesia; distinguimos dos fases, una primera, anterior a la intervención y una segunda posterior al proyecto.

Este previo paso nos permite dividir a simple vista la Iglesia de las demás edificaciones colindantes con el parám. “Filtro de Fases”

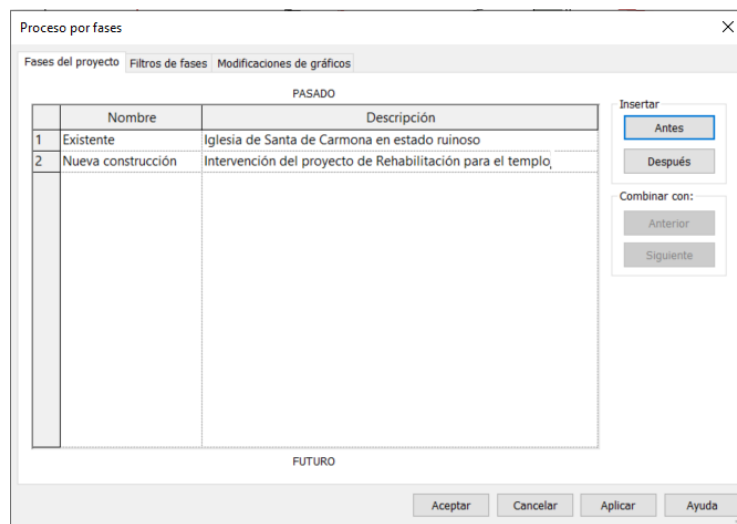
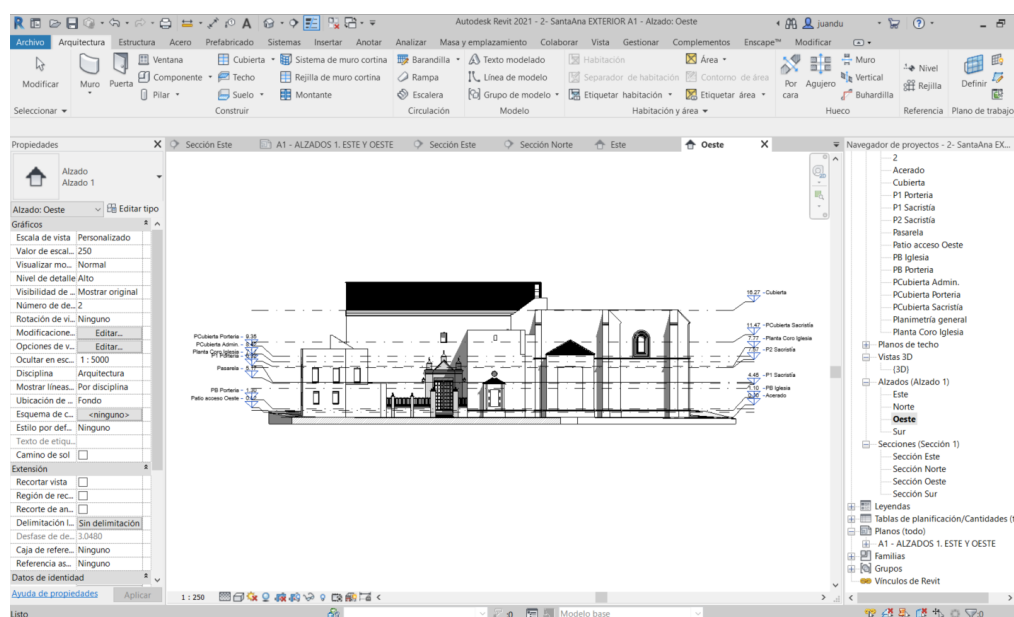


Imagen 34: Cuadro de fases del proyecto. Fuente: Elaborada por el propio autor

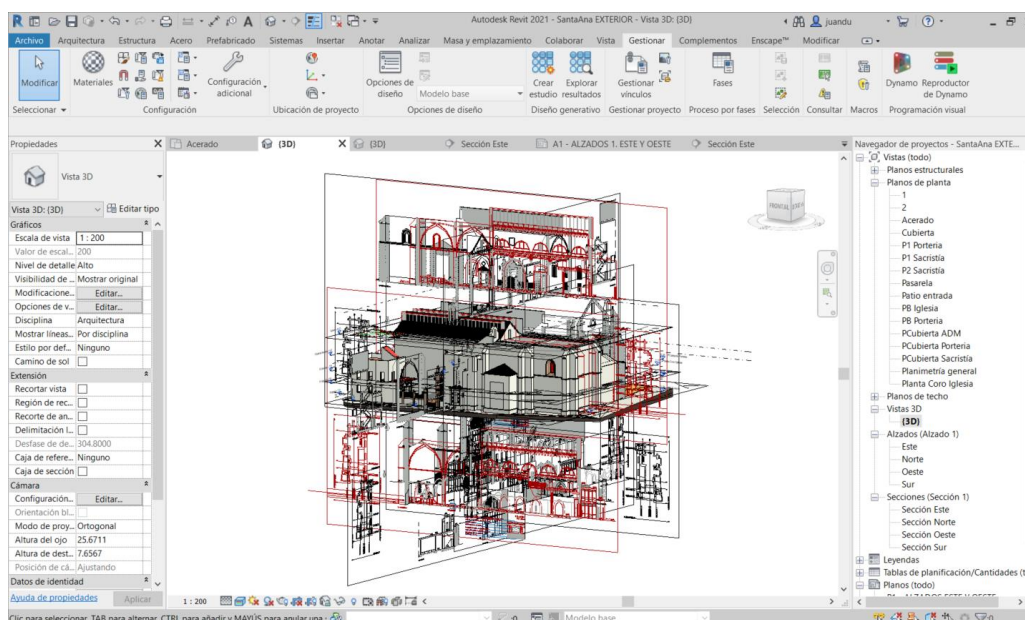
Ya que contamos con la documentación gráfica del proyecto de Rehabilitación, no ha sido presido el uso del escáner láser. Los planos en CAD se importan, será aconsejable que se inserte un alzado para la colocación de los niveles. Con cada nivel que vayamos creando se genera simultáneamente un plano de planta. Mencionar que todos los planos que se utilicen deben de estar perfectamente escalados.





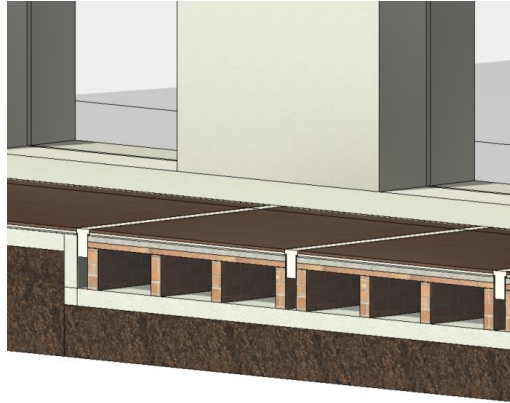
*Imagen 35: Alzado Oeste con niveles. Fuente: Elaborada por el propio autor*

En la imagen 36 vemos todos los planos superpuestos, que han sido empleados para el levantamiento de la Iglesia.

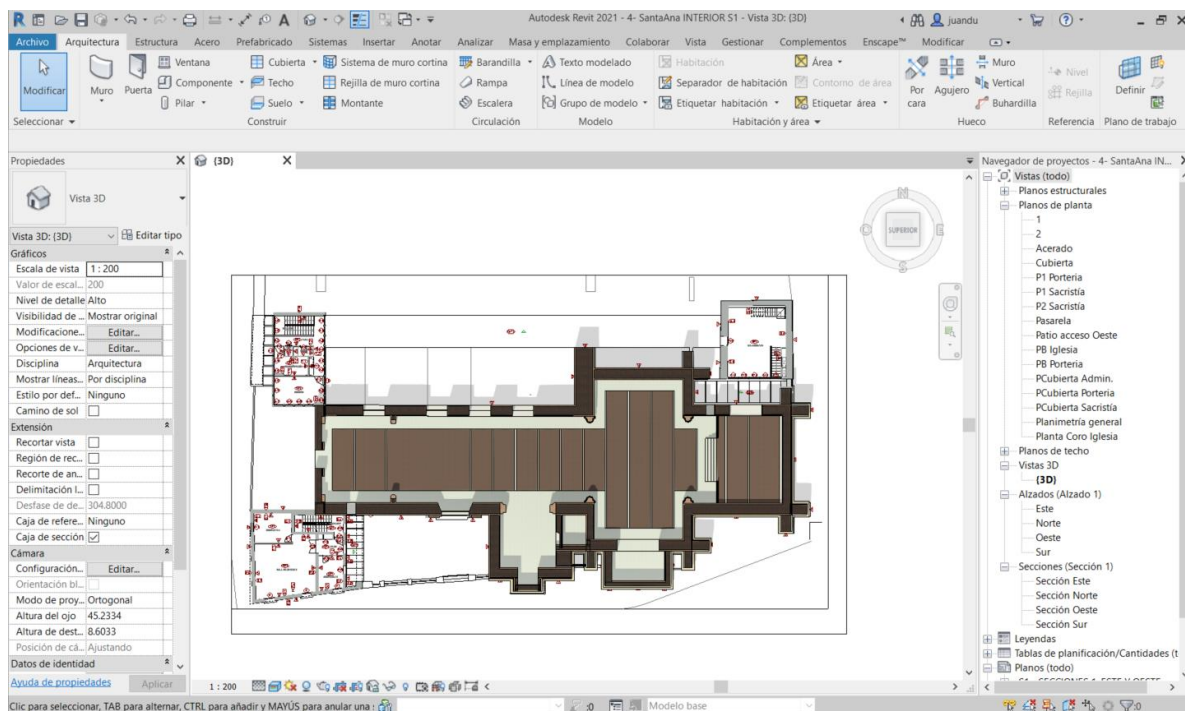


*Imagen 36: Superposición de planos. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Comenzamos el levantamiento de la Iglesia por su nave principal; generando el pavimento, el plano de planta baja de la iglesia nos servirá de guía.



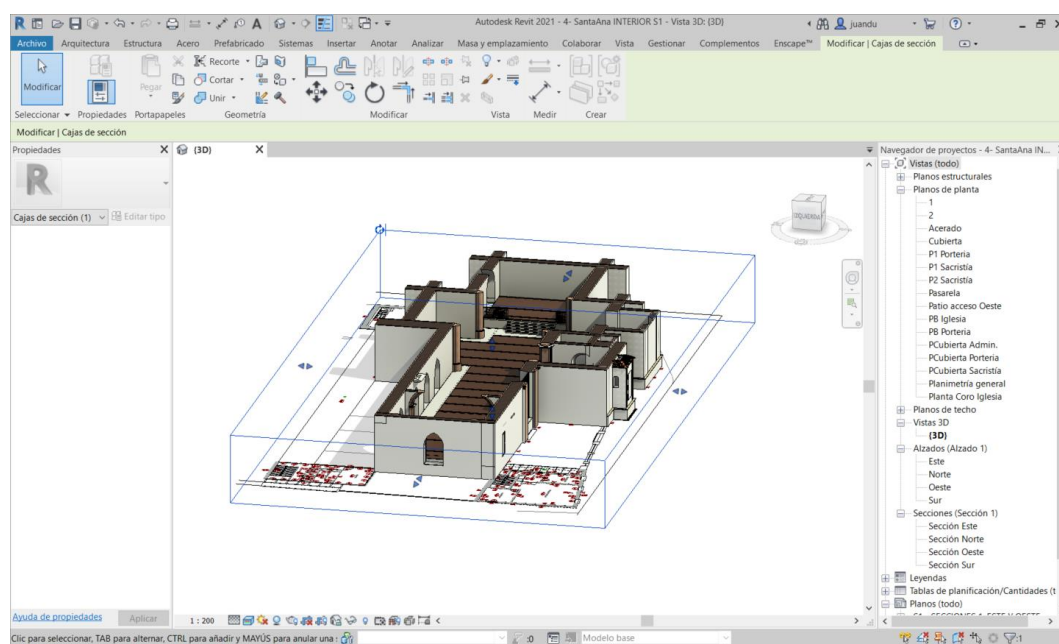
*Imagen 37: Pavimento de la nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 38: Planta baja nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor*

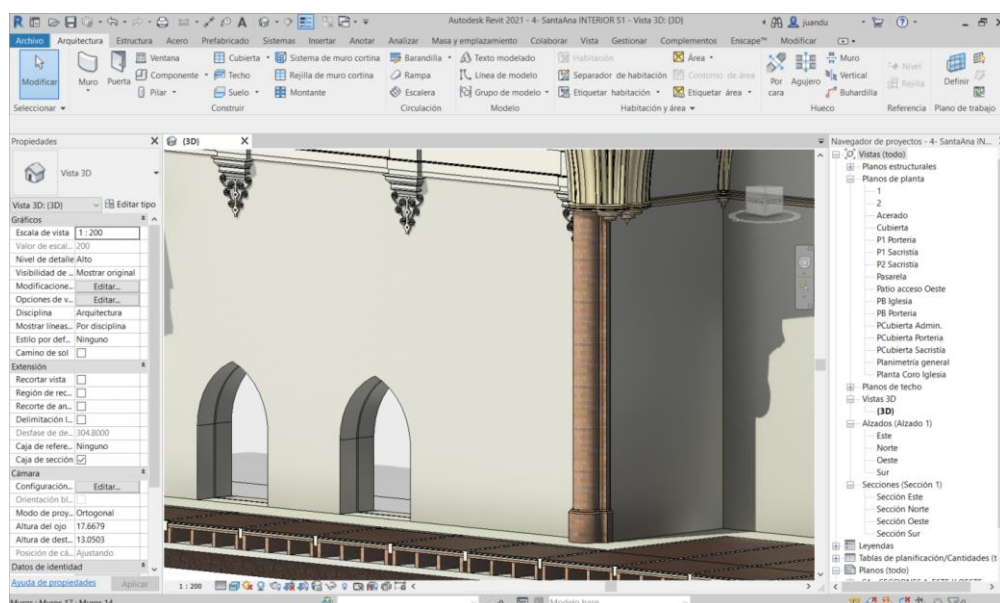
A continuación, levantamos los muros, dichos muros son de tapial y sus dimensiones las obtendremos de la documentación gráfica.



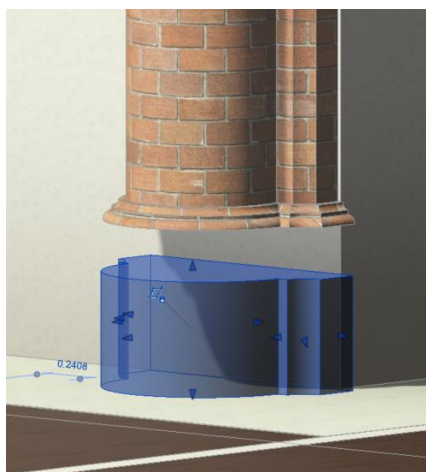


*Imagen 39: Axonometría que muestra el alzamiento de los muros de tapial.  
Fuente: Elaborada por el propio autor*

Una vez que hemos levantado todos los muros, comenzamos a modelar los soportes. Para los cuatro soportes de los arcos en la nave de crucería, dividimos en 3 zonas, donde las realizaremos empleando las herramientas de modelar in situ, en dos lo haremos mediante extrusión y una con barrido.



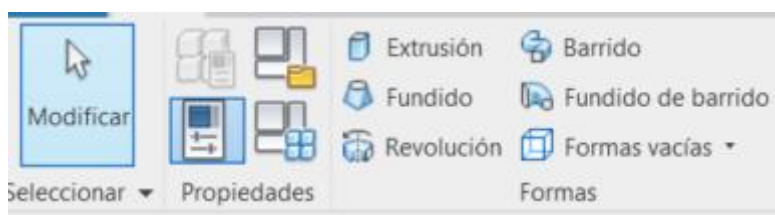
*Imagen 40: Visualización de los soportes de la Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 41: Modelado de los soportes de la Iglesia mediante extrusión.  
Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 42: Modelado de los soportes de la Iglesia mediante barrido.  
Fuente: Elaborada por el propio autor*

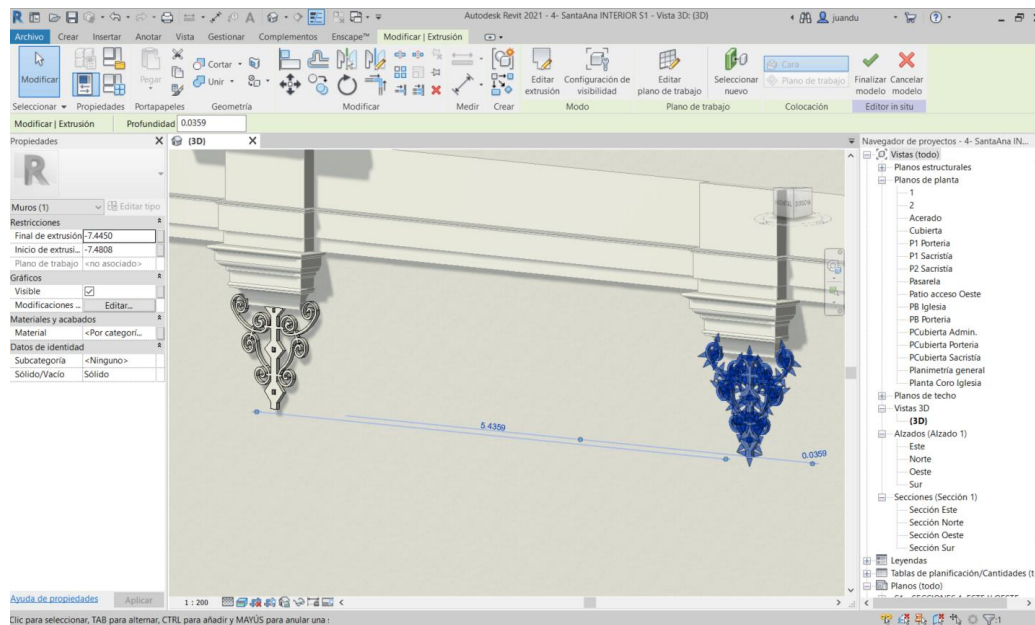


*Imagen 43: Herramientas de Modelado in situ Fuente: Elaborada por el propio autor*

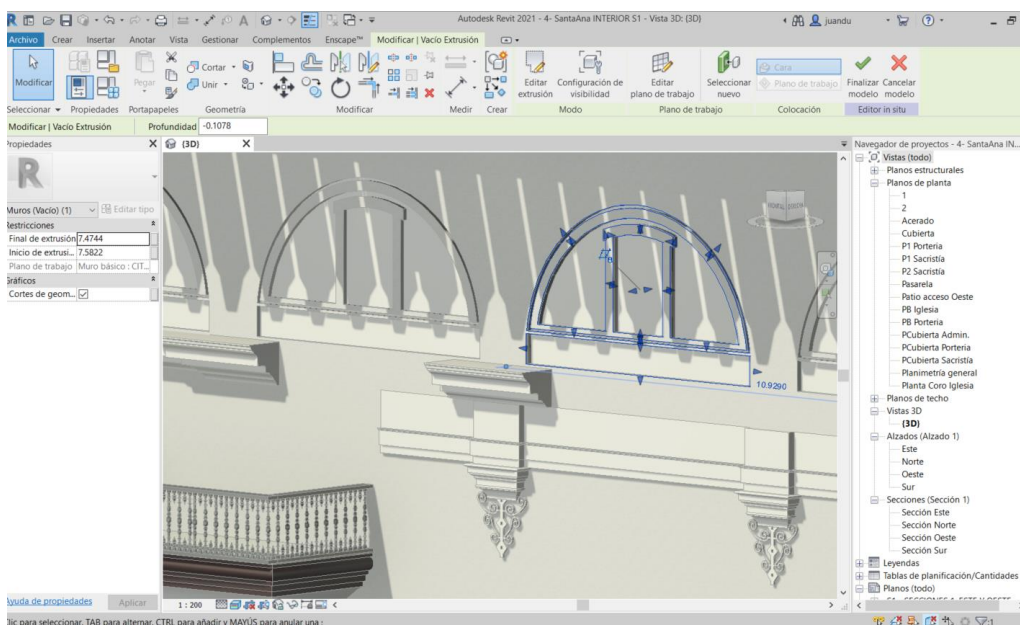


*Imagen 44: Paramentos interiores decorados.. Fuente: Elaborada por el propio autor*

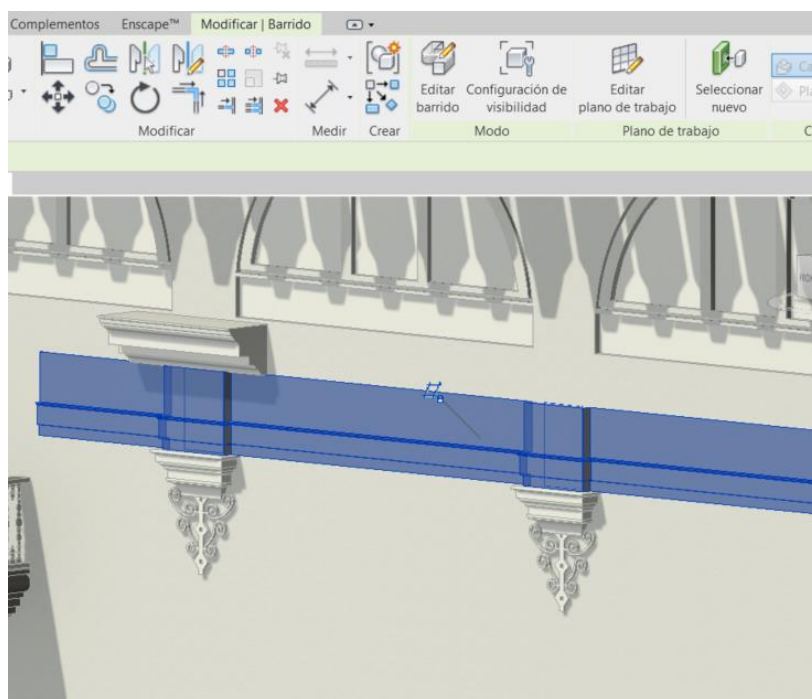
Estudiemos los elementos que aparecen en la imagen 43. Los motivos decorativos tienen en común que todos han sido modelados con la herramienta Masa in situ, pero podemos diferenciar entre extrusión, extrusión de vacío y barrido.



*Imagen 45: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de extrusión de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 46: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de extrusión de Vació de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 47: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de barrido de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor*

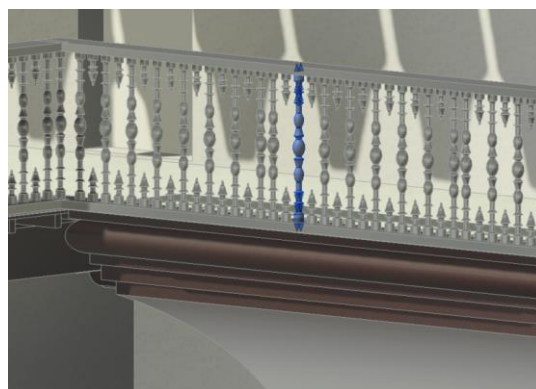


Posteriormente se ejecuto la planta del coro, siguiendo la documentación gráfica aportada.



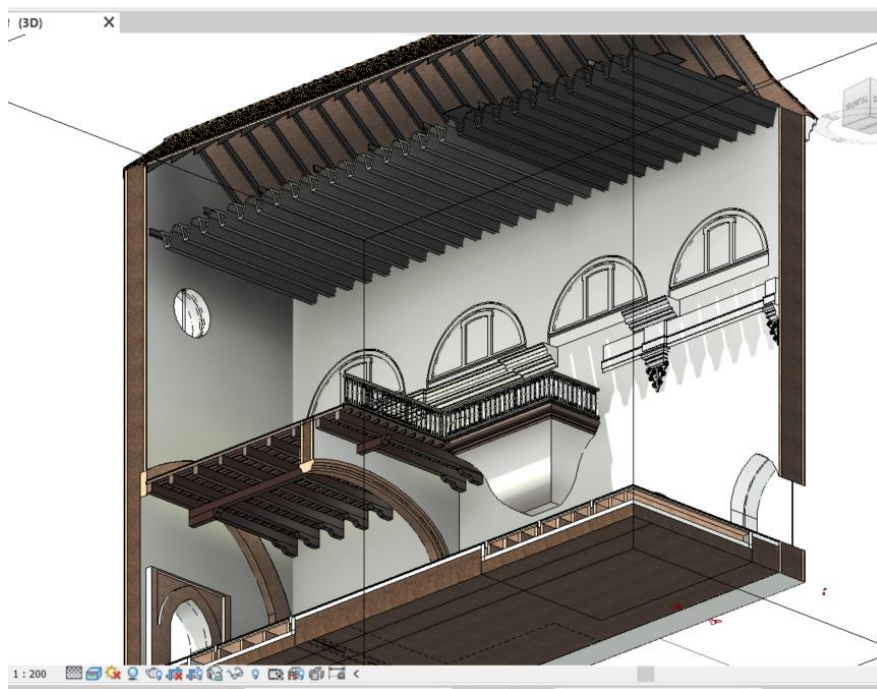
*Imagen 48: Visualización de la planta coro. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Destacamos el modelado de la barandilla, utilizando la herramienta revolución de Modelado in situ, ya que el resto de elemento hemos empleado nuevamente las herramientas de extrusión y barrido.

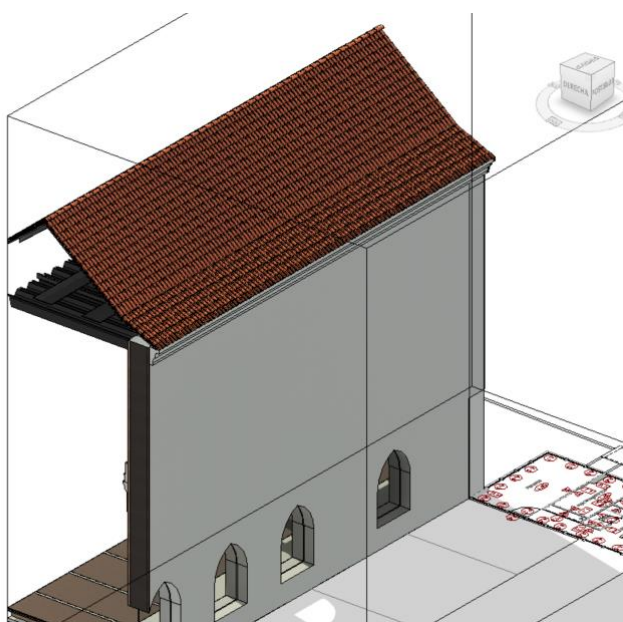


*Imagen 49: Modelado de barandilla con la herramienta revolución de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Una vez que modelamos toda la nave principal de la Iglesia, no disponemos a ejecutar la cubierta. Este apoyará sobre los perfiles metálicos distribuidos en el espacio.

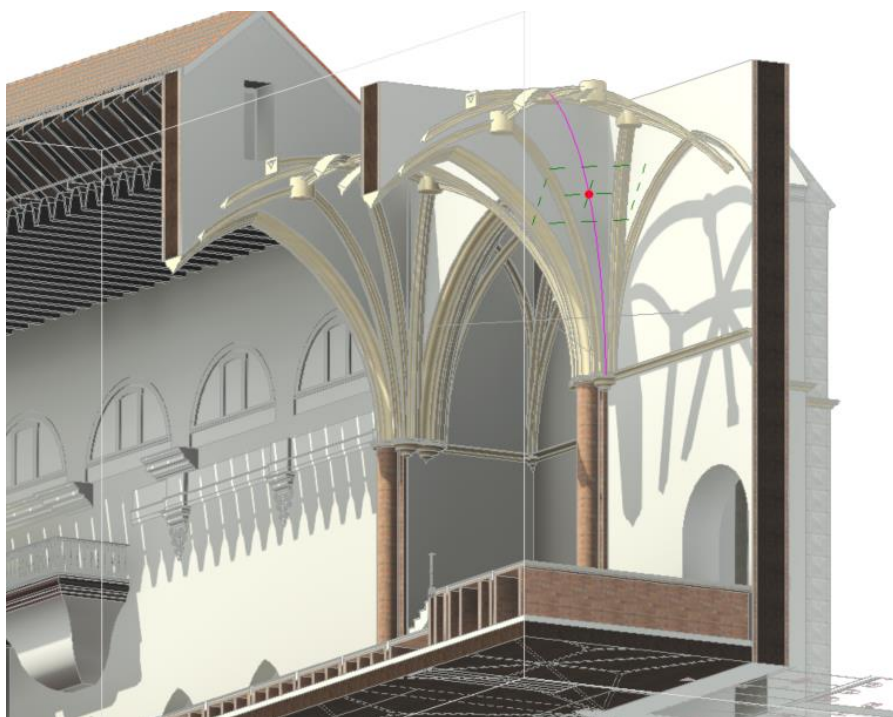


*Imagen 50: Visualización del sotocoro y de la cubierta. Fuente: Elaborada por el propio autor*



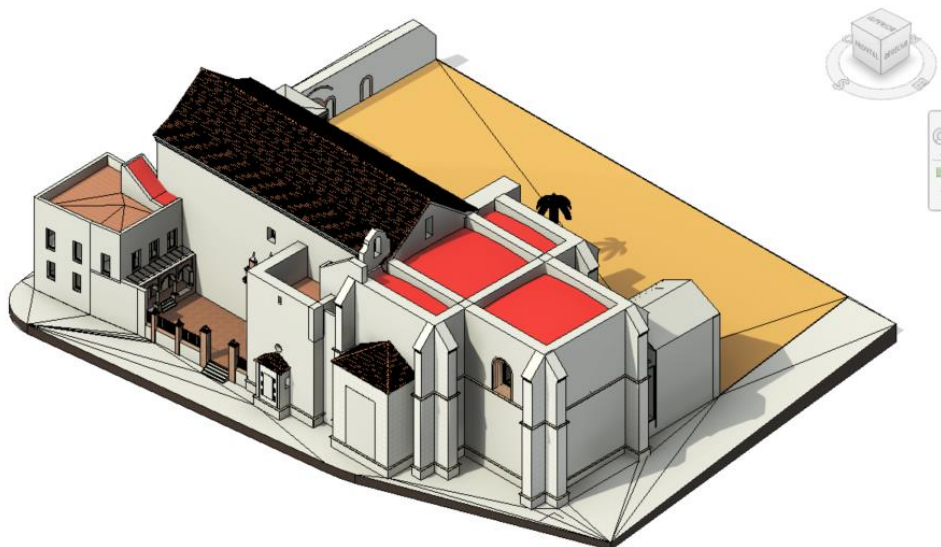
*Imagen 51: Visualización la cubierta. Fuente: Elaborada por el propio autor*

Posteriormente nos desplazamos a la zona de lave de crucería, para la realización de los nervios de las bóvedas y los arcos. Ambos se realizan con la herramienta de barrido, cuyo camino nos lo marca los planos de planta cubierta y secciones.

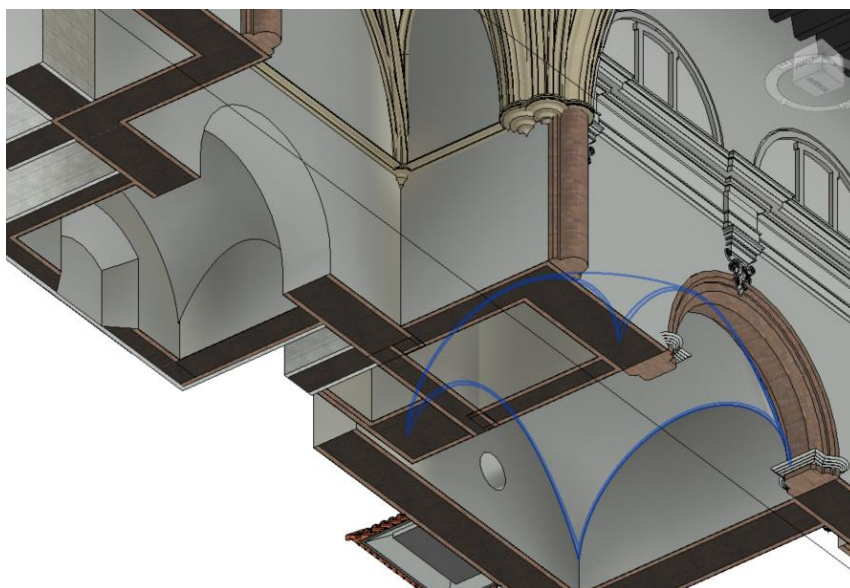


*Imagen 52: Modelado de los nervios y los arcos de las bóvedas con la herramienta barrido de modelado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor*

La cubierta de las bóvedas de crucería , ejecutada con rosca de ladrillo, se modelará a partir de una masa que debemos de crear, ya que su geometría es singular, por lo que crearemos dicha masa in situ siguiendo los planos de referencia, y sobre esta la cubierta. De la misma manera se realizaran la dos capillas.



*Imagen 54: Vista en perspectiva del conjunto, visualizándose la cubierta.  
Fuente: Elaborada por el propio autor*

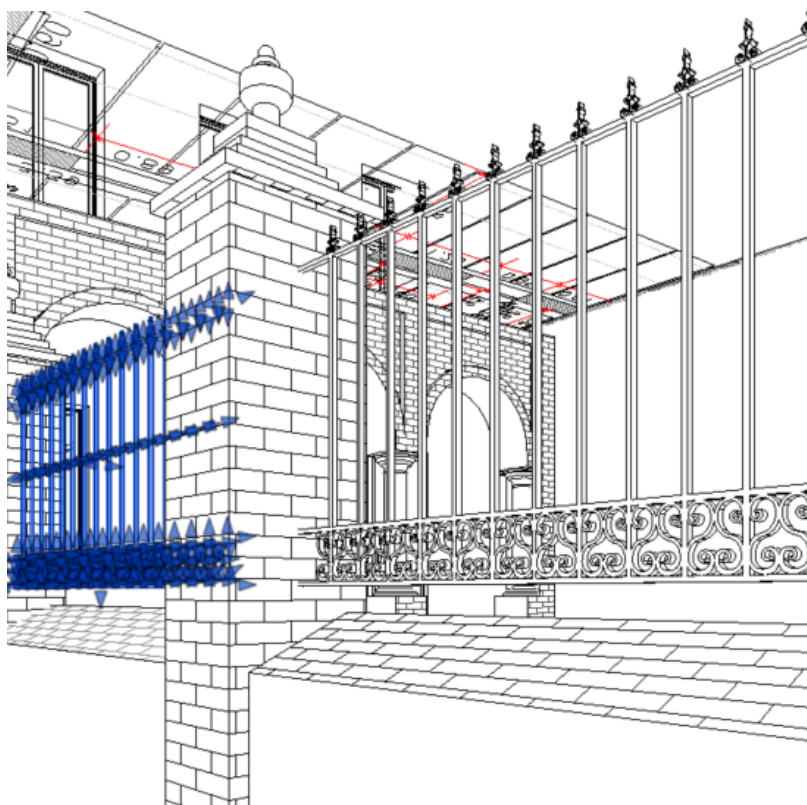


*Imagen 54: Elaboración de las bóvedas de las capillas. Masa in situ  
señalada. Fuente: Elaborada por el propio autor*

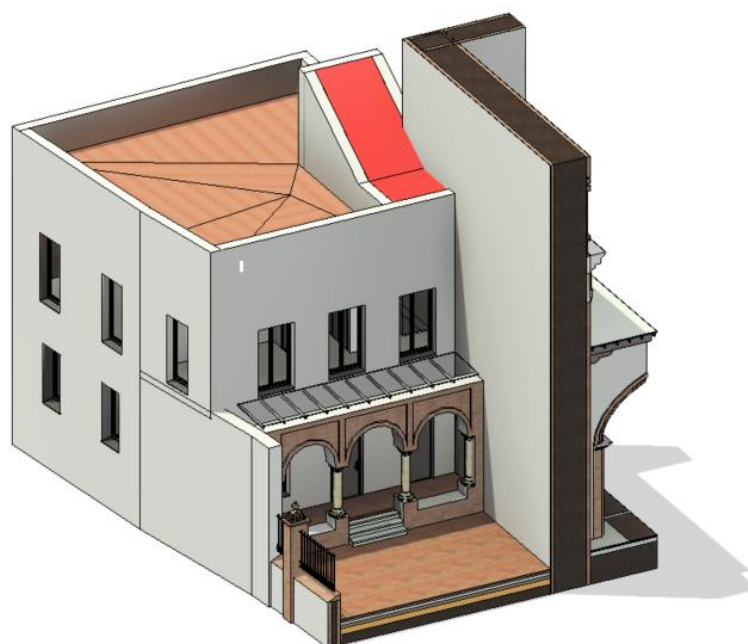


Una vez realizado el levantamiento de toda la que es la Iglesia, nos disponemos a la ejecución de los atrios Sur y Este, la Antigua Portería, la Antigua Sacristía y el edificio de administración y gestión.

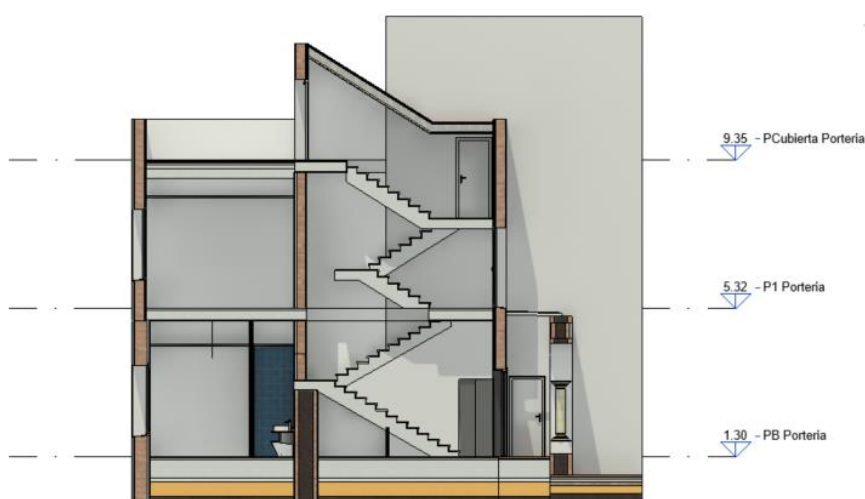
En el atrio Este cabe destacar la realización de la reja, por la cantidad de trabajo que requirió, se llevó a cabo mediante la ya vista herramienta de extrusión.



*Imagen 55: Rejas del atrio Este. Fuente: Elaborada por el propio autor*



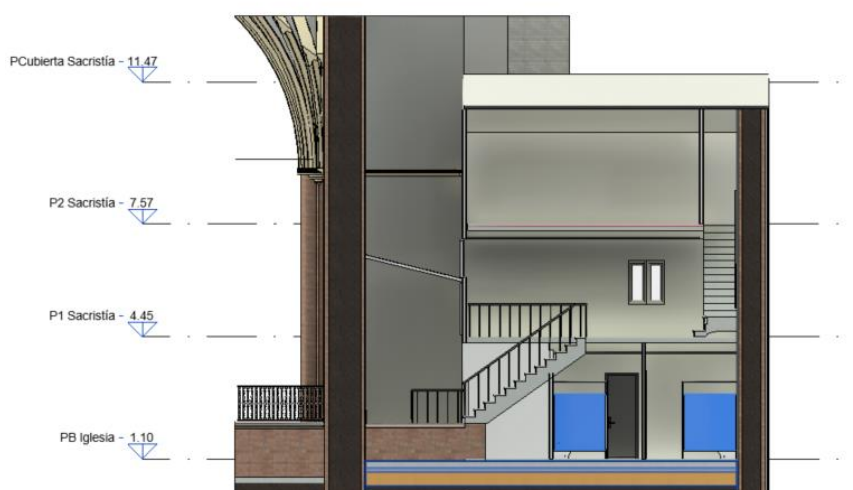
*Imagen 56: Perspectiva de la Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor*



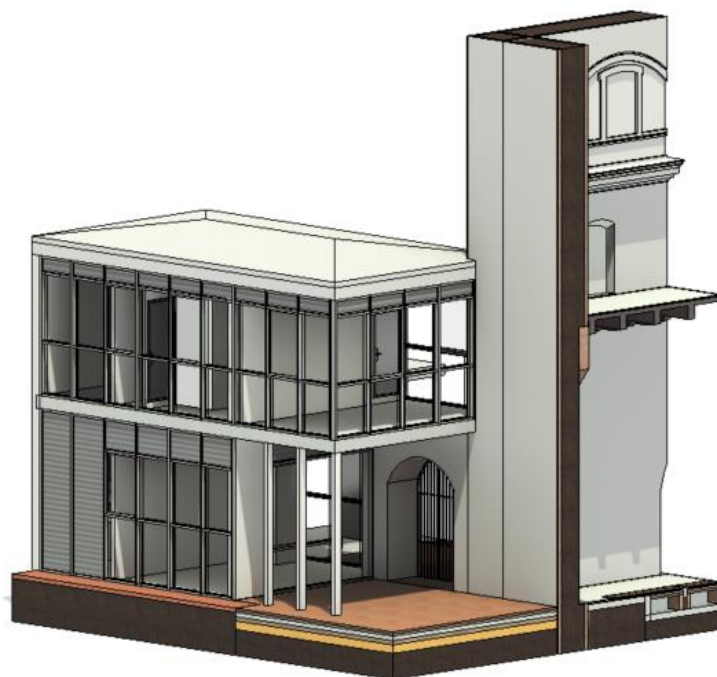
*Imagen 57: Sección constructiva Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 58: Perspectiva de la Antigua Sacristía. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 59: Sección constructiva Antigua Sacristía. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 60: Perspectiva del Edificio administración. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 61: Sección constructiva Edificio administración. Fuente: Elaborada por el propio autor*

## 8.5. HBIM desarrollado. Gestión de la datos, levantamiento y descripción de la intervención.

Una vez realizado todo el modelaje realizamos una exploración por todo el modelo, aportándoles a los elementos sus propiedades características, además de señalar si son de nueva construcción o ya existía antes de la intervención.

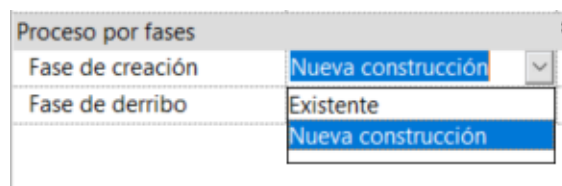


Imagen 62: Proceso de fases. Fuente: Elaborada por el propio autor

A continuación, y siguiendo el listado de intervenciones que se proyectado, se introducen en los distintos tajos., por ejemplo, veamos el caso del nuevo pavimento de la nave de la Iglesia:

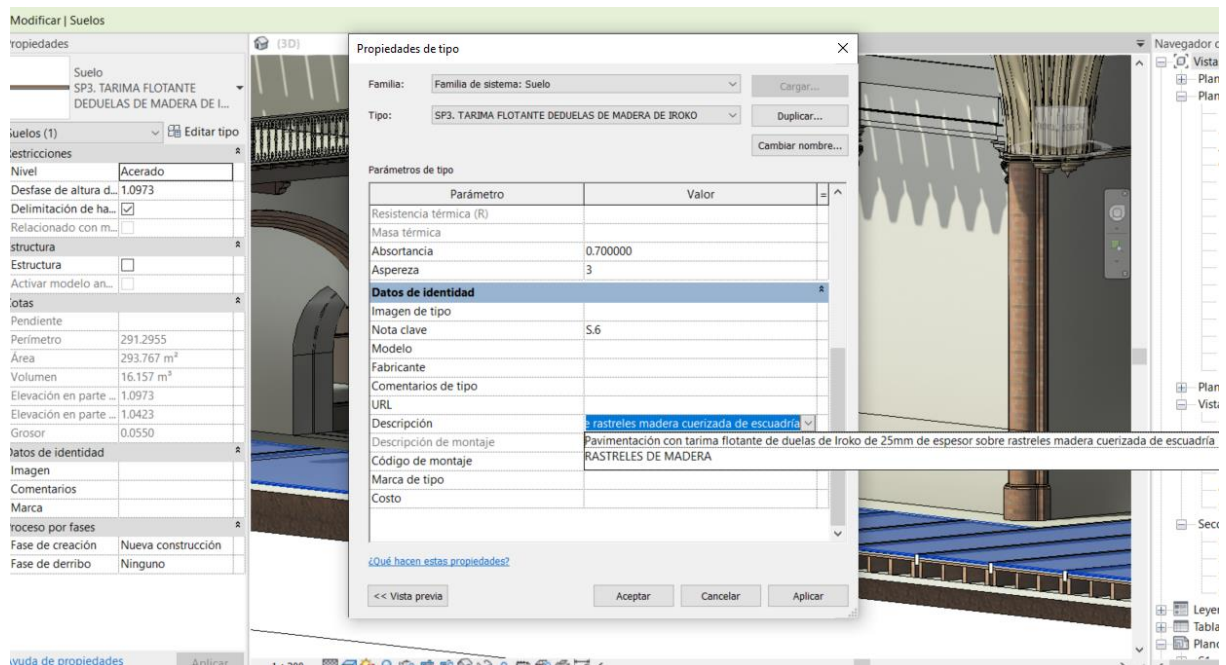


Imagen 63: Propiedades de tipo, pavimento nave Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor



## 8.6. Resultado del modelado tridimensional de la Iglesia de Santa Ana

### 8.6.1. Plugin Enscape

Enscape es un plugin que se incorpora con facilidad al software del modelado, como Revit, Rhinoceros, SketchUp, generando un renderizado en tiempo real, pudiendo visualizar tu proyecto renderizado durante su evolución; y una realidad virtual bastante atractiva.

El empleo de Enscape a nuestro Proyecto producen:



*Imagen 64: Render en Enscape, Nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 65: Render en Enscape, Atrio Este. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 66: Render en Enscape. Jardín Arqueológico. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 67: Render en Enscape. Fuente: Elaborada por el propio autor*



*Imagen 68: Render en Enscape, Atrio Sur. Fuente: Elaborada por el propio autor*



## 9. CONCLUSIONES

Para concluir, destacamos la metodología BIM como el sistema más óptimo para el levantamiento del modelo patrimonial, resultando de gran agrado a la demanda que requieren la actuación en el patrimonio histórico, técnica y científica.

En consecuencia, se ha generado este modelo para la gestión de la información, garantizando un estudio riguroso de las propiedades de los elementos arquitectónicos, a partir de un modelo que respeta las características volumétricas de la Iglesia.

Para proseguir con el estudio, deberíamos atender a la asignación de las características que detallen la realidad de la apariencia que definen al elemento arquitectónico modelado a través de esta metodología, consiguiendo con ello una asignación de parámetros constructivos y técnicos. Se trata de la progresión de una herramienta que contribuya a la documentación y gestión del patrimonio, complementándose con las técnicas de adquisición de datos.

Durante el estudio mi tutor me animó a investigar más en la cuestión, en el cual me percate de los problemas de incompatibilidad que presentan los distintos softwares de procesado y modelado, inevitable por el fin comercial

Algunos aspectos relacionados con Autodesk Revit para el modelado del patrimonio arquitectónico, dicho software cuenta con una interfaz intuitiva, dirigido al desarrollo de edificaciones de nueva planta, con volumetría generalizada en sus elementos constructivos. Por consiguiente, esto implica una visible desventaja cuando se quiere modelar elementos únicos, de forma singular. El modelaje de la Iglesia al completo ha supuesto todo un reto en la destreza para solucionar este problema, en la que se ha respetado las características volumétricas reales. Pese a cualquier dificultad que el proyecto pueda proponer, es incuestionable que se ha logrado un modelo sincero con la realidad, consiguiendo alcanzar los objetivos planteados.

.

## 10. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para finalizar el estudio, propondremos posibles líneas de estudio, que faciliten empleo de la metodología.

Se encuentran algunas líneas de investigación en el uso de HBIM para la gestión del patrimonio arquitectónico, en las cuales se desarrollan una plataforma web destinada a HBIM, para fomentar un trabajo mas cooperativo entre los distintos agentes que intervienen en la preservación de los bienes patrimoniales, en los cuales se intercambian conocimientos del modelo HBIM. Debido que para desarrollar las plataformas web HBIM es preciso tender en programación, no al alcance de todos, y beneficiarte del uso de estas plataformas a día de hoy resulta bastantes costosas.

Estudiamos la plataforma que García- Valldecabres ha generado, BIM Legacy, facilita la incorporación de información al modelo HBIM en un solo depósito. La unión entre las bases de datos se ha conseguido por medio del desarrollo de un plug-in de Revit para que sincronice la información. Información a la que tendrán acceso los agentes técnicos, como los arquitectos o los restauradores, y los agentes no técnicos, como los historiadores. Siendo una herramienta que aportará grandes ventajas en un futuro cuando su uso aumente, por sus enormes ventajas para los trabajos de mantenimiento, intervención, gestión y divulgación del patrimonio.

## 11. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Guías

Cortés Alba, I et al. (2015) Guía para la redacción del Proyecto de Fin de Grado del Grado de Ciencias y Tecnología de la Edificación. Sevilla: Ed. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación y Universidad de Sevilla.

building SMART, España. (2018). GUÍA DE USUARIOS BIM .

- Legislación

España. Jefatura del Estado. Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los arquitectos e ingenieros técnicos. BOE núm. 79 de 2 de abril.

España. Jefatura del Estado. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación – LOE. BOE núm. 266 de 6 de noviembre.

España. Jefatura del Estado. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. (1985).

España. Jefatura del Estado. Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. (2007).

- Páginas Web

Inicio - Sede Electrónica - Agencia Tributaria. Consultado el 14 de febrero de 2021 en <https://www.agenciatributaria.gob.es/>

Consultado el 17 de mayo de 2021 en <https://sites.google.com/site/ddpatrimonioarqaragones/home/levantamiento-arquitectonico-definicion-y-uso-de-la-fotogrametria?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog>  
=

¿Qué es BIM ?. Consultado el 31 de febrero de 2021 en <https://www.buildingsmart.es/bim/>

¿QUÉ ES EL BIM ?. Consultado el 5 de marzo de 2021 en <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

El índice de madurez BIM. Consultado el 12 de marzo de 2021 en <https://www.bimthinkspace.com/2015/05/el-%C3%ADndice-de-madurez-bim.html>

Guillén, J., Guillén, J., & perfil, V. NIVELES DE MADUREZ Y DIMENSIONES DEL BIM. Consultado el 25 de abril de 2021 en <http://jguillen07.blogspot.com/2015/11/niveles-de-madurez-y-dimensiones-del-bim.html>

hbim. Consultado el 18 de mayo de 2021 en <https://hbim.app/home>

LOD. Niveles de desarrollo. Consultado el 12 de abril de 2021 en <https://lod500.com/lod-niveles-de-desarrollo/>

Escaneado Láser de la Catedral de Notre Dame en. (s. f.). la voz. <https://www.lavoz.com.ar/mundo/trabajo-de-un-especialista-muerto-en-2018-que-podria-ser-clave-para-reconstruir-notre-dame/>

Enscape. (s. f.). Enscape. <https://arcux.net/blog/que-es-enscape-renderizado-en-tiempo-real/>

- Artículos de Investigación

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J. y Rico Delgado, F. (2015). GESTIÓN DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO A TRAVÉS DEL PROYECTO HBIM: ESTUDIO DE CASO DE PISOS Y ALICATADOS. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J., Odriozola, C., Vargas, J., & Barrera, J. (2020). Llevando BIM al patrimonio arqueológico: método / estrategia interdisciplinar y precisión aplicada a un monumento megalítico de la Edad del Cobre. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J., Antón, D., & Souto, A. (2019). Escaneo 3D y gestión de datos para el análisis del estado de conservación del Cementerio General de Nottingham, Reino Unido. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en

Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J., & García, A. (2018). ESTUDIO CONSTRUCTIVO DEL PALACIO DE LOS NIÑOS DE DON GOME (ANDÚJAR, JAÉN), GESTIONADO DESDE EL PROYECTO HBIM. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J. y Fernández Valderrama, P. (2014). IMPLEMENTACIÓN DE LAS NUEVAS TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO EN EL SISTEMA BIM. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J., Antón, D., & Andriasyan, M. (2020). Desde los datos de la nube de puntos hasta el modelado de información de construcción: un flujo de trabajo paramétrico automático para el patrimonio. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

Departamento de Ciencias de la Conservación, Facultad de Turismo y Patrimonio Reina Rania, Universidad Hachemita. (2021). Integración de escáner láser y fotogrametría para la mejora de Heritage BIM.

Nieto Julián, J., Moyano Campos, J., Antón García, D. y Rico Delgado, F. (2013). LA NECESIDAD DE UN MODELO DE INFORMACIÓN APLICADO AL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO. Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla, Avenida Reina Mercedes, 4A, 41012, Sevilla, España.

- Catálogos

Catálogo de publicaciones del Ministerio: [www.mecd.gob.es](http://www.mecd.gob.es) Catálogo general de publicaciones oficiales: [publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es) Edición 2015 Edita: © SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA Subdirección General de Documentación y Publicaciones MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

Coordinación de la publicación: Alejandro Carrión Gútiez Consejo editorial del IPCE:  
Isabel Argerich Fernández Alejandro Carrión Gútiez Rosa Chumillas Zamora Soledad  
Díaz Martínez Adolfo García García Carlos Jiménez Cuenca Lorenzo Martín Sánchez  
Alfonso Muñoz Cosme José Vicente Navarro Gascón Carmen Pérez de Andrés María Pía  
Timón Tiemblo

- Máster y Tesis

Salvador García, E. (2020). PROTOCOLO HBIM PARA UNA GESTIÓN EFICIENTE DEL USO PÚBLICO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO (TESIS DOCTORAL). Universitat Politècnica Valencia.

ASJANA ROBLES, J. (2018). DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL MODELADO DE ESTRUCTURAS CON HISTORIC BUILDING INFORMATION MODELLING (HBIM). (TFM). Universitat Politècnica de Valencia.

- Libros y revistas

CATÁLOGO, ARQUEOLÓGICO Y ARTÍSTICO. (1943). CARMONA, SEVILLA.

Hermanidad del Santo Entierro. XXV Aniversario de su Fundación. (1978). Carmona, Sevilla.

Manuel González Jiménez. (2003). CARMONA EN LA EDAD MODERNA. ACTAS DEL III CONGRESO DE HISTORIA DE CARMONA. Carmona, Sevilla.

Revista Cultural e Informativa de Carmona. (2004). ESTELA.



## 12. ANEXOS

### Anexo II. Ficha del Conjunto Histórico

#### *Conserjería de Cultura y Patrimonio Histórico, Patrimonio Inmueble de Andalucía*



#### IDENTIFICACIÓN

Denominación: Iglesia de Santa Ana  
Otras denominaciones: • Iglesia del Convento de Santa Ana  
Código: 01410240505  
Caracterización: Arquitectónica  
Provincia: Sevilla  
Municipio: Carmona



#### Inmuebles relacionados

Pertenece a

Código	Denominación
01410240612	Antiguo Convento de Santa Ana

Incluye a

Código	Denominación
Sin datos relacionados	

#### DESCRIPCIÓN

Clasificación

Tipologías	Actividades	PHistóricos/Etnias	Cronología	Estilos
Iglesias conventuales	Ceremonia cristiana	Edad Moderna	1522	Gótico (Estilo)
Iglesias conventuales	Ceremonia cristiana	Edad Moderna		Renacimiento (Estilo)

Descripción

Construido extramuros, hoy paredaño al cementerio, ocupado por la orden dominicana hasta la exlaustración. Estilo mudéjar y renacentista, fines del siglo XV, principios del XVI. Reformada en los siglos XVII y XVIII. Iglesia de planta de cruz latina; crucero y presbiterio con bóveda de crucería el cuerpo de la nave con bóveda de cañón con lunetos. Una capilla lateral con bóveda plana es de estilo renacentista. En 1.769 se restauró la nave con elementos claramente barrocos.

#### PROTECCIÓN

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	BIC	Monumento	BOE	15/12/1978	-	-

#### FUENTES DE INFORMACIÓN

Información Bibliográfica

- HERNANDEZ DIAZ, José. Informes y propuestas sobre monumentos andaluces. Patronato José María Quadrado. C.S.I.C., 1987. pp.171-275,

*PGOU. Plan Especial de Protección del Patrimonio Histórico de Carmona*

PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE CARMONA

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARMONA SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO DE CARMONA S.A. OFICINA DE PLANEAMIENTO.

CATÁLOGO DE EDIFICIOS DE LA CIUDAD Y SU ENTORNO.

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARMONA SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO DE CARMONA S.A. OFICINA DE PLANEAMIENTO.

DENOMINACIÓN

Iglesia de Santa Ana

LOCALIZACIÓN

CL SANTA ANA 0039

REFERENCIA CATASTRAL

6311301

GRADO DE PROTECCIÓN

A

FICHA

DESCRIPCIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Iglesia

SUPERFICIE

1095 m2

Nº DE PLANTAS

1

PROPIEDAD

Pública

USO ACTUAL

Sin uso

USOS DOCUMENTADOS

Convento / Iglesia / Cementerio

DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE

La iglesia es la única construcción restante del primitivo Monasterio de Santa Ana de la Orden de Santo Domingo. De estilo gótico, presenta planta de cruz latina de una sola nave. Sus muros están contruados utilizando una fábrica mixta de tapias y ladrillo empleado en los machones y las verdagadas que delimitan los cajones de tapial y los vanos que se abren en los muros. El presbiterio y el cruceo se cubren con bóvedas de crucería realizadas con piedra caliza.

La construcción primera puede fecharse en el primer cuarto del siglo XVI, a partir de la galería de arcos peraltados enmarcados en alfiz de la portería y de las nervaduras góticas encuadrables en esta centuria. La edificación original sufrió distintas modificaciones como el adosamiento de capillas en el lateral y una profunda transformación en la segunda mitad del siglo XVIII, debido a su estado ruinoso, que afectó principalmente a la nave central que se cubrió con bóveda encamonada de cañón y lunetos.

Posteriormente el convento fue destinado a cementerio municipal. Actualmente el edificio ha perdido su cubierta mudéjar y la bóveda barroca siendo sustituida por una cubierta metálica.

PLANO DE LOCALIZACIÓN

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

AFECCIONES DE LA PROTECCIÓN

BIC DECLARADO ☒ BIC INCOARDO ☐ ENTORNO DE BIC ☐ CATALOGACIÓN INNS:

Categoría Monumento. B.O.E. de 15/12/1978; Real Decreto nº 2946/1978 de 27 de Octubre

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calvo Laila, Antonio y Fernández Lacomba, Juan. Carmona. Ciudad y monumentos. 1993 Carmona. SAC  
Hernández Díaz, J., Sancho Corbacho, A., Collantes de Terán, F. Catálogo Arqueológico y Artístico de la Provincia de Sevilla 1943 Tomo II  
Sevilla Diputación Provincial de Sevilla  
Saucedo Fernández, Rafael. Carmona. Definición de Conjunto Histórico. Catálogo de edificios, elementos y espacios urbanos.  
Carmona y Sevilla. Irredito. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Dirección General de Bienes Culturales. 1989

10

**PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE CARMONA**  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARMONA. SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO DE CARMONA S.A.  
OFICINA DE PLANEAMIENTO.

**CATÁLOGO DE EDIFICIOS DE LA CIUDAD Y SU ENTORNO.**

DENOMINACIÓN **Iglesia de Santa Ana**  
LOCALIZACIÓN **CL. SANTA ANA 0039**  
REFERENCIA CATASTRAL **6311301** GRADO DE PROTECCIÓN **A** FICHA

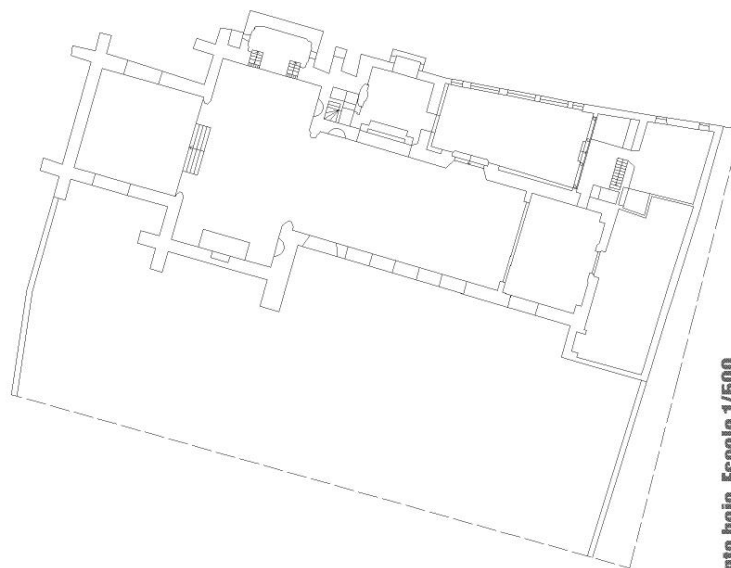
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



AÑO 1956. ESCALA 1:1000



AÑO 2003. ESCALA 1:1000





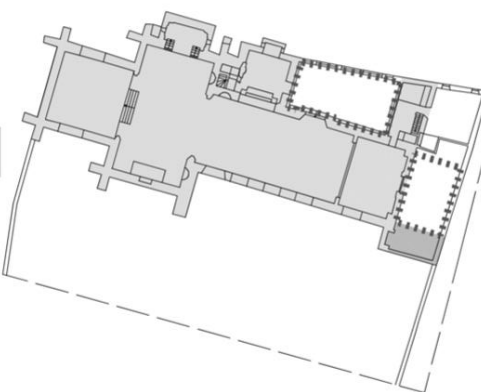
**Planta baja. Escala 1/500**

Documento aprobado definitivamente por Acuerdo Plenario de 7 de mayo de 2009

CATÁLOGO DE EDIFICIOS DE LA CIUDAD Y SU ENTORNO.

PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE CARMONA

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARMONA. SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO DE CARMONA S.A.  
OFICINA DE PLANEAMIENTO.

DENOMINACIÓN	Iglesia de Santa Ana	LOCALIZACIÓN	CL SANTA ANA 0039	REFERENCIA CATASTRAL	6311301	GRADO DE PROTECCIÓN	A	FICHA
ALCANCE DEL NIVEL DE PROTECCIÓN								
TOTALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	La iglesia conforme al ámbito de edificación y espacios libres indicado en planimetría.						
FACHADA	<input type="checkbox"/>							
ESTRUCTURA	<input type="checkbox"/>							
CUBIERTA	<input type="checkbox"/>							
PATIO	<input type="checkbox"/>							
ELEMENTOS SINGULARES	<input type="checkbox"/>							
ESPACIO LIBRE DE PARCELA	<input type="checkbox"/>							
OTROS	<input type="checkbox"/>							
DETERMINACIONES GRÁFICAS								
								
INTERVENCIONES PERMITIDAS EN EL ÁREA PROTEGIDA								
CONSERVACIÓN:	<input checked="" type="checkbox"/>							
RESTAURACIÓN:	<input checked="" type="checkbox"/>							
REHABILITACIÓN I:	<input checked="" type="checkbox"/>							
REHABILITACIÓN II:	<input type="checkbox"/>							
PARÁMETROS BÁSICOS DE ORDENACIÓN								
CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN								
La que determine la Consejería de Cultura								
CONDICIONES DE USO								
Según planeamiento general								
CONDICIONES DE PARCELACIÓN								
AGREGACIÓN / SEGREGACIÓN:		REALINEACIONES:						
No se permiten segregaciones en el ámbito protegido.		La que determine la Consejería de Cultura.						
CAUTELA ARQUEOLÓGICA								
CAUTELA SUBYACENTE:		CAUTELA EMERGENTE:						
		GRADO I						
CRITERIOS PARTICULARES DE INTERVENCIÓN								
En el espacio libre de la parcela se permitirán aquellas intervenciones que colaboren en la conservación del edificio y adecuen la disposición de sus espacios libres y sus volúmenes a la naturaleza del B.I.C.								





### Anexo III. Ficha técnica del escáner láser

**LEICA BLK360**  
**ESCANER DE IMAGEN.**  
REALIDAD 3D. AHORA.

Geodesia y Topografía

**BLK360 - ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO**

GENERAL	
Escáner de Imagen	Escáner 3D con sistema integrado de imágenes esféricas y sistema de sensor de panorama de termografía.

DISEÑO Y FÍSICO	
Cubierta	Aluminio anodizado negro
Dimensiones	Altura: 165 mm / Diámetro: 100 mm
Peso	1kg
Cubierta de transporte	Campana con suelo integrado
Mecanismo de montaje	Botón a presión de lanzamiento rápido

OPERACIÓN	
Operación autónoma	Operación con un botón
Operación remota	iPad app, Apple iPad Pro® 12.9" o 10.5"/iOS 10 a más.
Comunicación inalámbrica	LAN inalámbrica integrada (802.11 b / g / n)
Memoria interna	Almacenamiento para > 100 configuraciones
Orientación del instrumento	Vertical y boca abajo

POWER	
Battery type	Batería interna de iones de litio recargable (Leica GEB212)
Capacity	Típicamente > 40 configuraciones

ESCANEO	
Sistema de medición de distancia	Alta velocidad de vuelo mejorada por la tecnología de digitalización de forma de onda (WFD)
Clase de láser	1 (de acuerdo con IEC 60825-1: 2014)
Longitud de onda	830 nm
Campo de visión	360 ° (horizontal) / 300 ° (vertical)
Distancia*	min. 0.6 - hasta 60 m
Tasa de medición de punto	hasta 360,000 pts / seg
Rango de precisión*	4 mm a 10 m / 7 mm a 20 m
Modos de medición	3 configuraciones de resolución seleccionables por el usuario

IMAGEN	
Sistema de cámara	Sistema de 3 cámaras de 15 M píxeles, captura de domo completo de 150 Mpx, HDR, flash LED imagen esférica calibrada, 360 ° x 300 °
Cámara térmica**	Cámara infrarroja de onda larga Imagen panorámica térmica, 360 ° x 70 °

PERFORMANCE	
Velocidad de medición	< 3 min para un escaneo full dome completo, imagen esférica e imagen térmica
Precisión del punto 3D *	6mm @ 10m / 8mm @ 20m

AMBIENTAL	
Robustez	Diseñado para uso en interiores y exteriores
Temperatura de funcionamiento	+5 a +40° C
Polvo / Humedad	Protección de entrada de partículas sólidas / líquido IP54 (IEC 60529)

ADQUISICIÓN DE DATOS	
	Imagen en vivo y transmisión de datos escaneados
	Visualización y edición de datos en vivo
	Mediciones de inclinación automáticas

Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.  
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland 2017.

Av. Tomás Marsano 2388, Miraflores - Lima, Perú.  
Tel: 268 4011 - 268 4019 | Cel: 976 135 525 - 945 079 599  
contacto@geotop.com.pe | www.geotop.com.pe



## Anexo IV. Fotografías

### *Fotografías de la Iglesia de Santa Ana antes de la intervención.*

*Todas las fotografías anteriores a la intervención tienen como fuente el Proyecto de Rehabilitación de la Iglesia de Santa Ana.*



*Fotografías de la Iglesia de Santa Ana tras la rehabilitación.*

*Todas las fotografías durante y tras a la intervención están elaboradas por el autor.*





## Anexo V: Índice de imágenes.

---

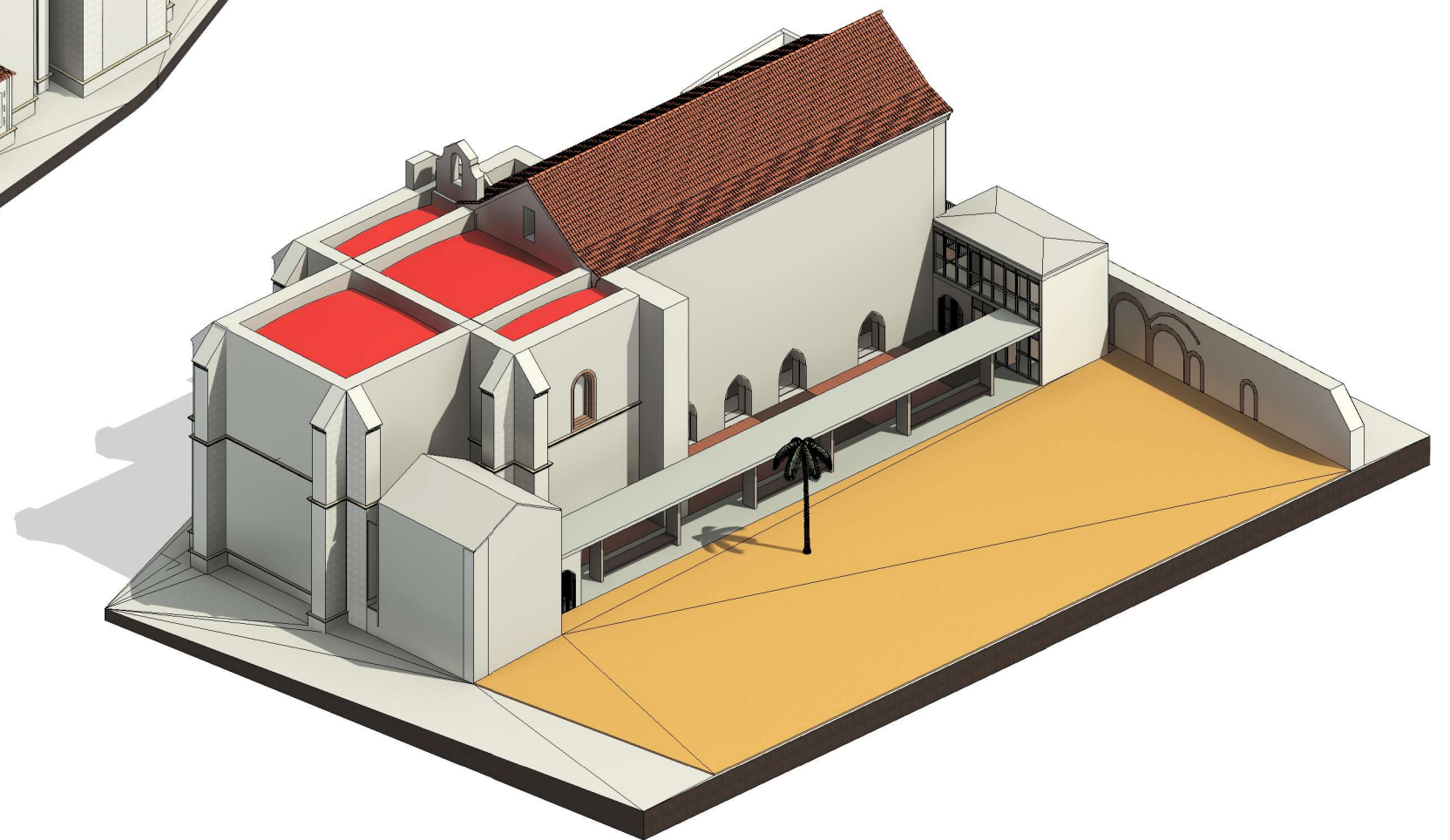
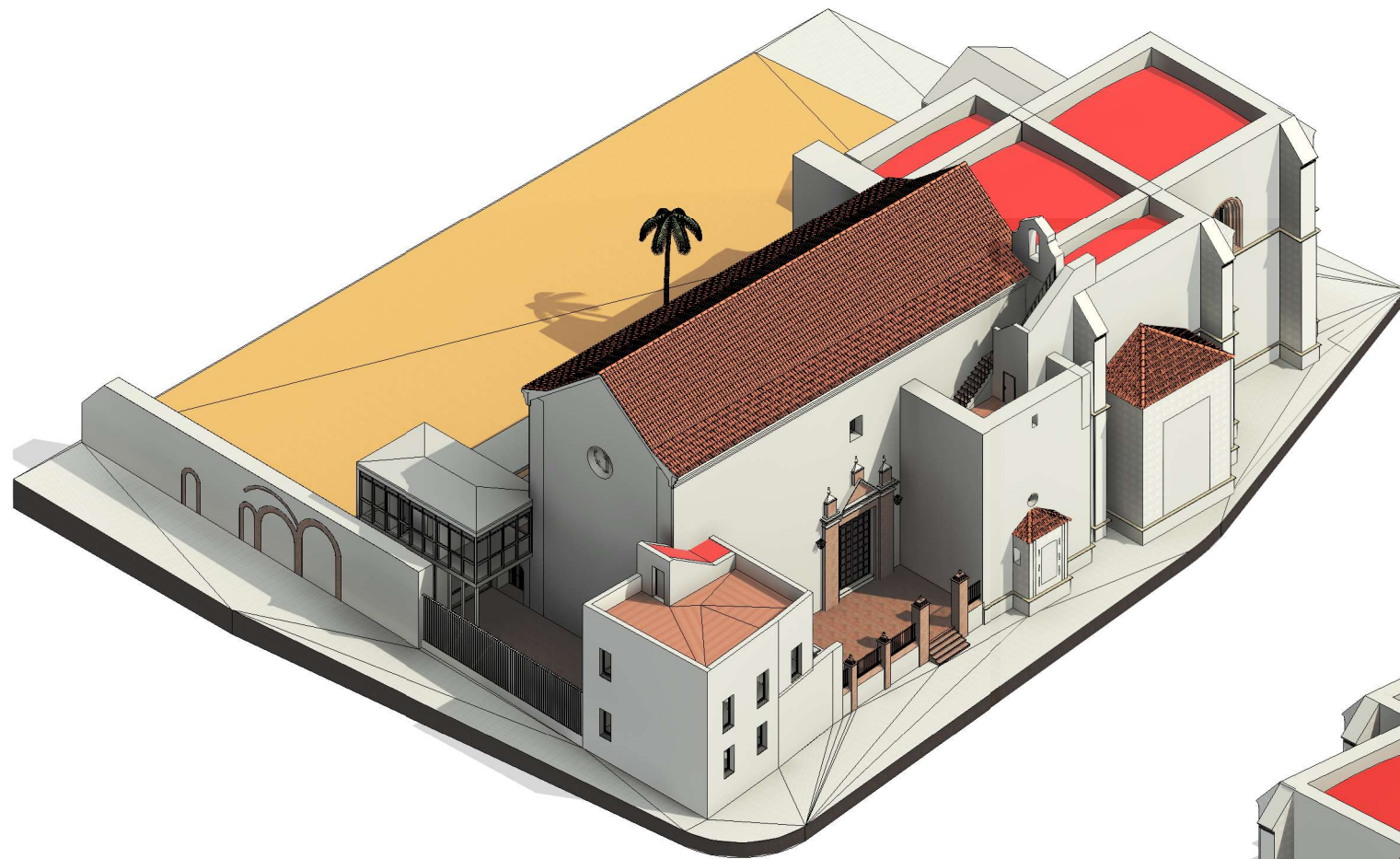
<i>Imagen 1: Esquema que presenta las aplicaciones de BIM. Fuente: ("¿QUÉ ES EL BIM?", 2021)</i>	24
<i>Imagen 2: Esquema de los niveles de colaboración en BIM. Fuente: ("El índice de madurez BIM", 2021).</i>	27
<i>Imagen 3: Distintos niveles LOD. Fuente: ("LOD. Niveles de desarrollo", 2021)</i>	28
<i>Imagen 4: Pirámide dimensiones de un BIM. Fuente: (Guillén, Guillén &amp; perfil, 2021).</i>	30
<i>Imagen 5: Mapamundi de la implantación del BIM, 2016 Fuente:(BuildingSMART, 2016).</i>	31
<i>Imagen 6: Modelo HBIM de la Iglesia Santa Ana, Carmona. Fuente: Elaborada por el autor.</i>	34
<i>Imagen 7: Plano de entorno de la Iglesia Santa Ana, Carmona. Fuente: Sede Electrónica de Catastro.</i>	40
<i>Imagen 8: Plano de manzana del Convento de Santa Ana, Carmona. 1968 Fuente: Carmona en la Edad Moderna. Actas del III Congreso de Historia de Carmona.</i>	41
<i>Imagen 9: Plano de planta. Convento de Santa Ana. Carmona. Fuente: Catálogo Arqueológico y Artístico.</i>	45
<i>Imagen 10: Sección longitudinal. Convento de Santa Ana, Carmona. Fuente: Catálogo Arqueológico y Artístico</i>	46
<i>Imagen16: Vista de la Iglesia de Santa Ana desde el nuevo Jardín Arqueológico. Fuente: Elaborada por el propio autor.</i>	53
<i>Imagen17: Nuevas armaduras en la obras de intervención, nave principal de la Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor.</i>	54
<i>Imagen 18: Restauración del Sotocoro. Fuente: Elaborada por el propio autor.</i>	55
<i>Imágenes 19 y 20: Acceso ciego a la Antigua Sacristía. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.</i>	56
<i>Imágenes 21 y 22: Acceso a la zona de la Antigua Sacristía, durante y tras su Restauración. Fuente: Elaborada por el propio autor.</i>	56
<i>Imagen 23: Pavimento de la Iglesia de Santa Ana. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.</i>	57
<i>Imagen 24: Nuevo pavimento de la nave principal proyectada. Fuente: Elaborada en BIM por el propio autor.</i>	58
<i>Imagen 25: Primitivas lápida, epigrafía de los fundadores del templo. Fuente: proyecto de Rehabilitación de Santa Ana.</i>	58
<i>Imagen 26: Capilla de bóveda elíptica durante su conservación. Fuente: Elaborada por el propio autor.</i>	59




<i>Imagen 27: Capilla de bóveda vaída y planta cuadrada durante su intervención. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 28: Arquería y columnas frente a la nueva fachada de la que era la Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagenes 29 y 30: Trabajos de restauración en las bóvedas nevadas. Fuente: Alquiansa, .....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 31: Protocolo HBIM. Fuente: (ASJANA ROBLES, J. 2018).....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 32: Medición estereoscópica y fundamentos de la fotogrametría. Fuente: ddpatrimonioarqaragones.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 33: Escaneado Láser de la Catedral de Notre Dame en París para su intervención. Fuente: (la Voz,2018) .....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 34: Cuadro de fases del proyecto. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen 35: Alzado Oeste con niveles. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>70</i>
<i>Imagen 36: Superposición de planos. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>70</i>
<i>Imagen 37: Pavimento de la nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>71</i>
<i>Imagen 38: Planta baja nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>71</i>
<i>Imagen 39: Axonometría que muestra el alzamiento de los muros de tapial. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>72</i>
<i>Imagen 40: Visualización de los soportes de la Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>72</i>
<i>Imagen 41: Modelado de los soportes de la Iglesia mediante extrusión. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 42: Modelado de los soportes de la Iglesia mediante barrido. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 43: Herramientas de Modelado in situ Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 44: Paramentos interiores decorados.. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>74</i>
<i>Imagen 45: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de extrusión de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>74</i>
<i>Imagen 46: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de extrusión de Vacío de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 47: Modelado de elementos decorativos con la herramienta de barrido de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 48: Visualización de la planta coro. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 49: Modelado de barandilla con la herramienta revolución de moldeado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 50: Visualización del sotocoro y de la cubierta. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>77</i>

<i>Imagen 51: Visualización la cubierta. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 52: Modelado de los nervios y los arcos de las bóvedas con la herramienta barrido de modelado in situ. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 54: Vista en perspectiva del conjunto, visualizándose la cubierta. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 54: Elaboración de las bóvedas de las capillas. Masa in situ señalada. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 55: Rejas del atrio Este. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 56: Perspectiva de la Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 57: Sección constructiva Antigua Portería. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 58: Perspectiva de la Antigua Sacristía. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 59: Sección constructiva Antigua Sacristía. Fuente: Elaborada por el propio autor....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 60: Perspectiva del Edificio administración. Fuente: Elaborada por el propio autor ..</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 61: Sección constructiva Edificio administración. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 62: Proceso de fases. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 63: Propiedades de tipo, pavimento nave Iglesia. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 64: Render en Enscape, Nave principal. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen 65: Render en Enscape, Atrio Este. Fuente: Elaborada por el propio autor .....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen 66: Render en Enscape. Jardín Arqueológico. Fuente: Elaborada por el propio autor ..</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 67: Render en Enscape. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 68: Render en Enscape, Atrio Sur. Fuente: Elaborada por el propio autor.....</i>	<i>86</i>

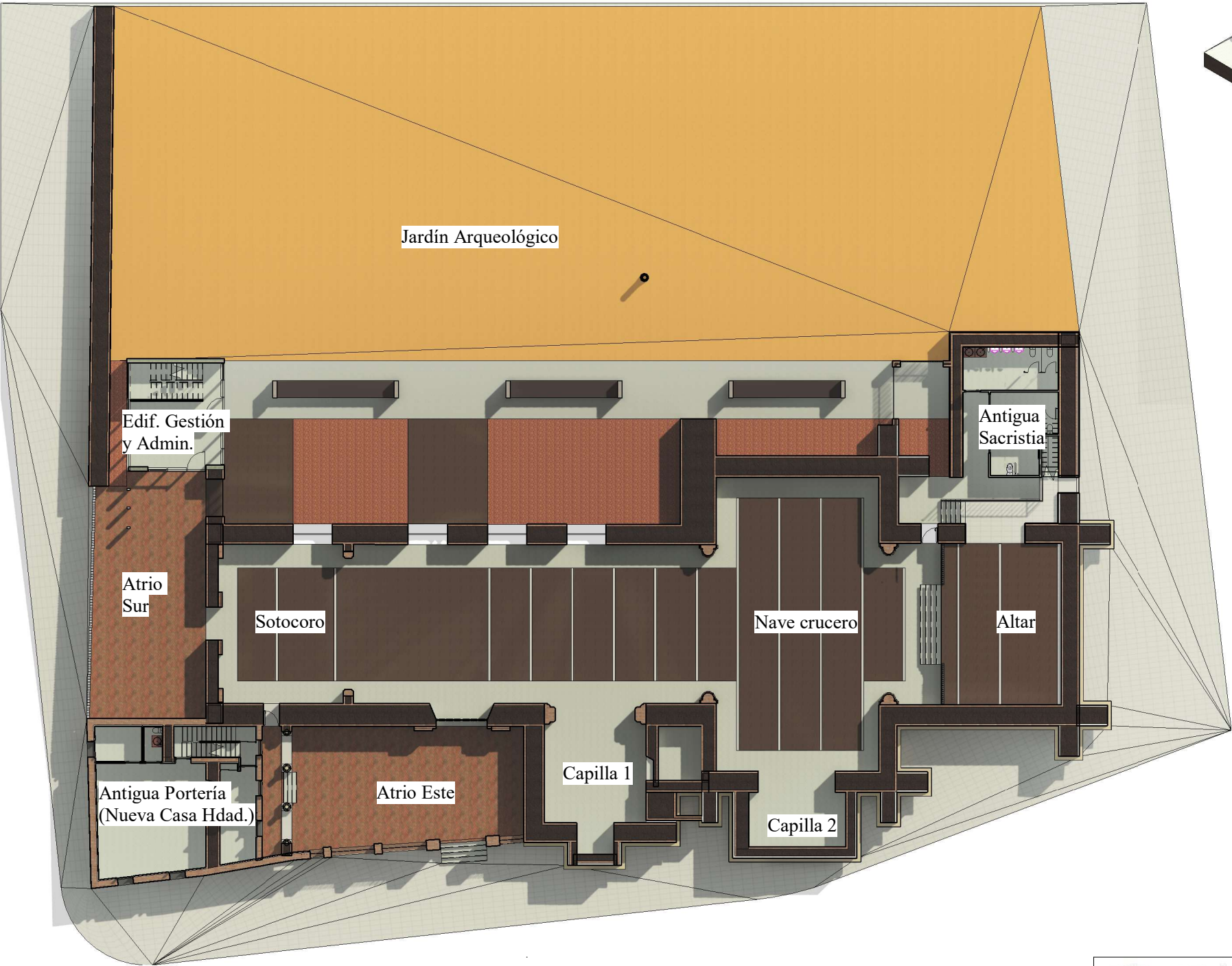
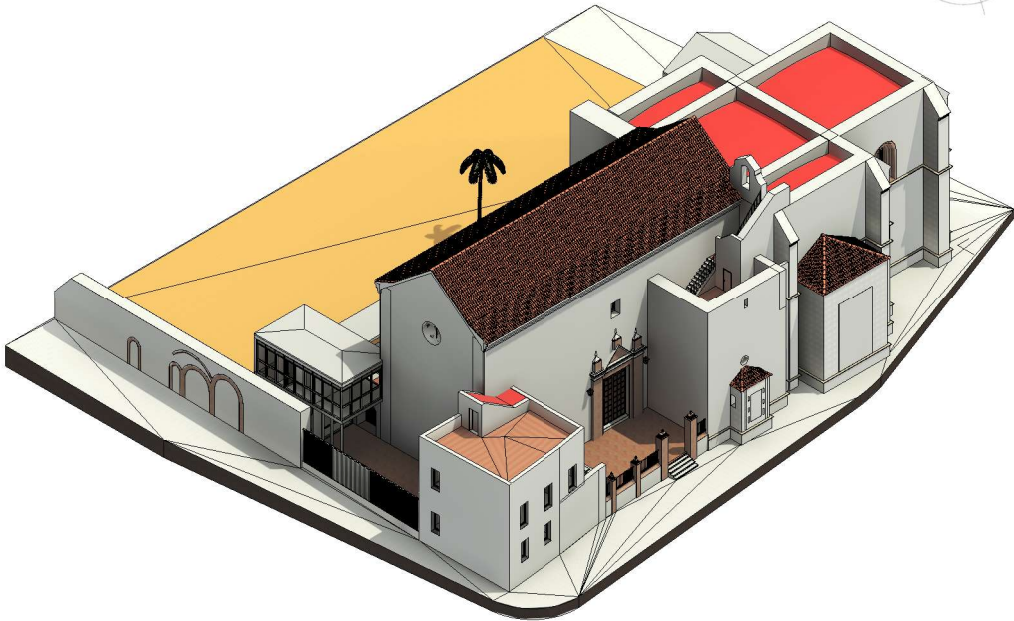
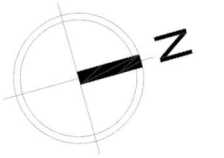
*Anexo VI. Planos*





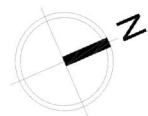
  Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación	AXONOMETRÍA DEL BIEN PATRIMONIA		Nº PLANO 0
	MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		FECHA: JUNIO 2021
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	ESCALA 1:400
		FIRMA:	





CUADRO DE SUPERFICIES		
ESTANCIA	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA
TOTAL EDIFICACIÓN		1.540,81 m²
IGLESIA	702,58 m²	934,74 m²
ANTIGUA PORTERÍA	162,72 m²	219,08 m²
ANTIGUA SACRISTÍA	168,91 m²	262,50 m²
EDIF. GESTIÓN Y ADMIN.	87,68 m²	103,74 m²
TOTAL URBANIZACIÓN		1.470,42 m²
ATRIO ESTE		95,50 m²
ATRIO SUR		74,66 m²
GALERIA / MARQUESINA		66,65 m²
JARDÍN ARQUEOLÓGICO		1.233,71 m²

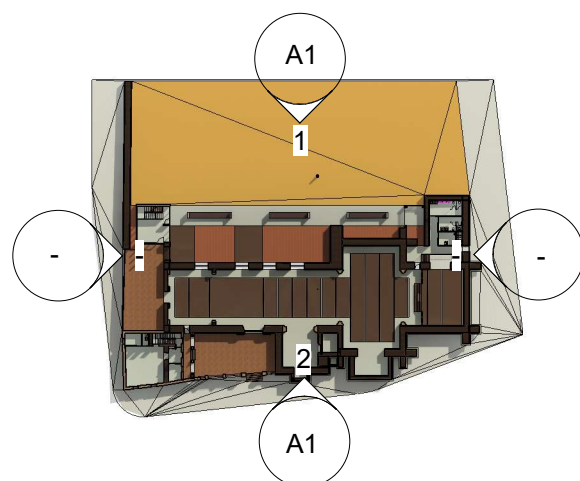







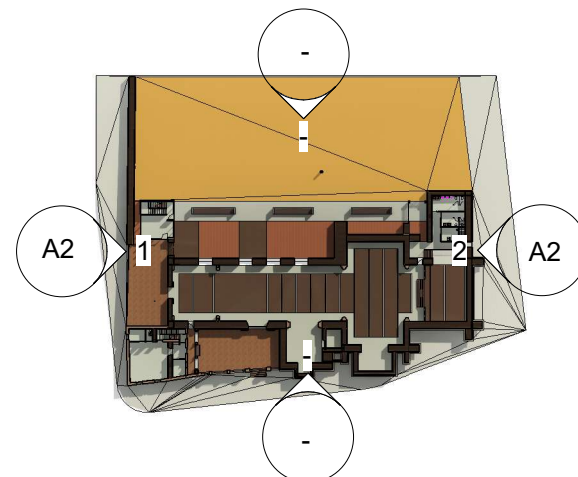
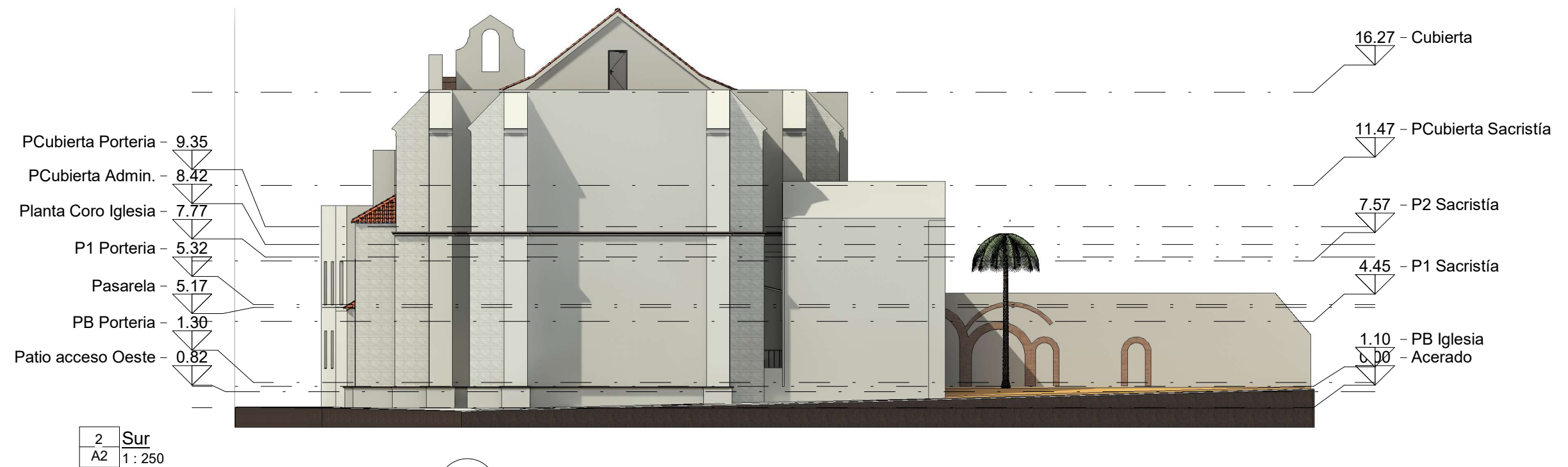
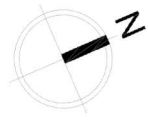
2 Oeste  
A1 1 : 250






1 Este  
A1 1 : 250

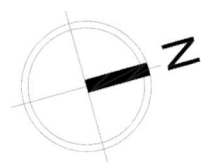


  Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación	ESTADO REHABILITADO. ALZADOS 1. ESTE Y OESTE		Nº PLANO 2
	MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		FECHA: JUNIO 2021
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	ESCALA 1:250
		FIRMA: 	

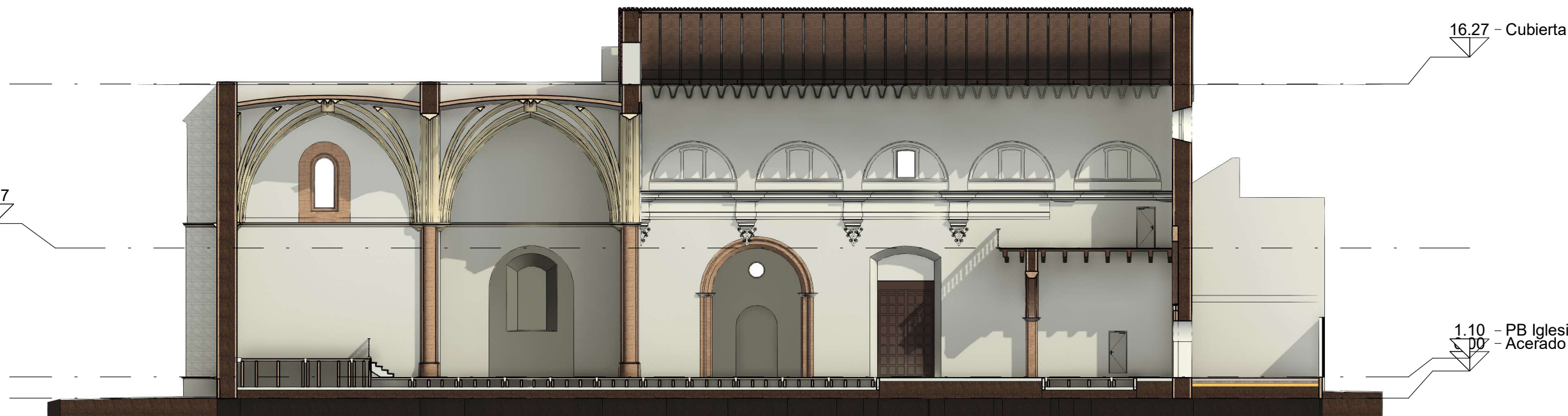


  Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación	ESTADO REHABILITADO. ALZADOS 2. NORTE Y SUR		Nº PLANO 3
	MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		FECHA: JUNIO 2021
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	ESCALA 1:250
		FIRMA: 	



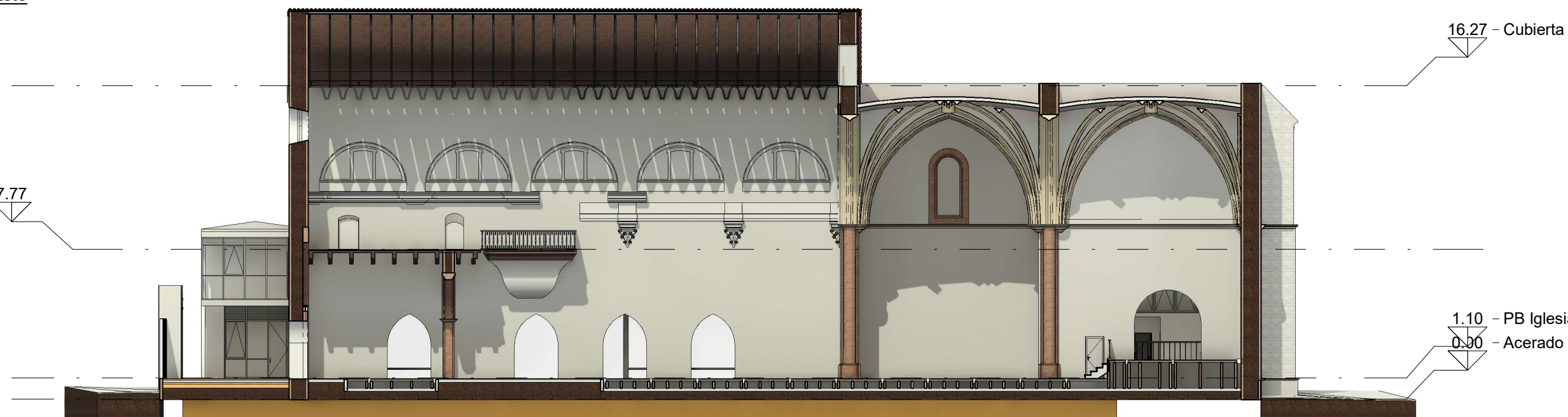


Planta Coro Iglesia - 7.77






1 Sección Este  
S1 1:250

Planta Coro Iglesia - 7.77



2 Sección Oeste  
S1 1:250





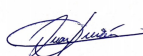
  Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación	ESTADO REHABILITADO. SECCIONES 1. ESTE Y OESTE	Nº PLANO 4
		FECHA: JUNIO 2021
MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		ESCALA 1:250
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS	AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	FIRMA: 



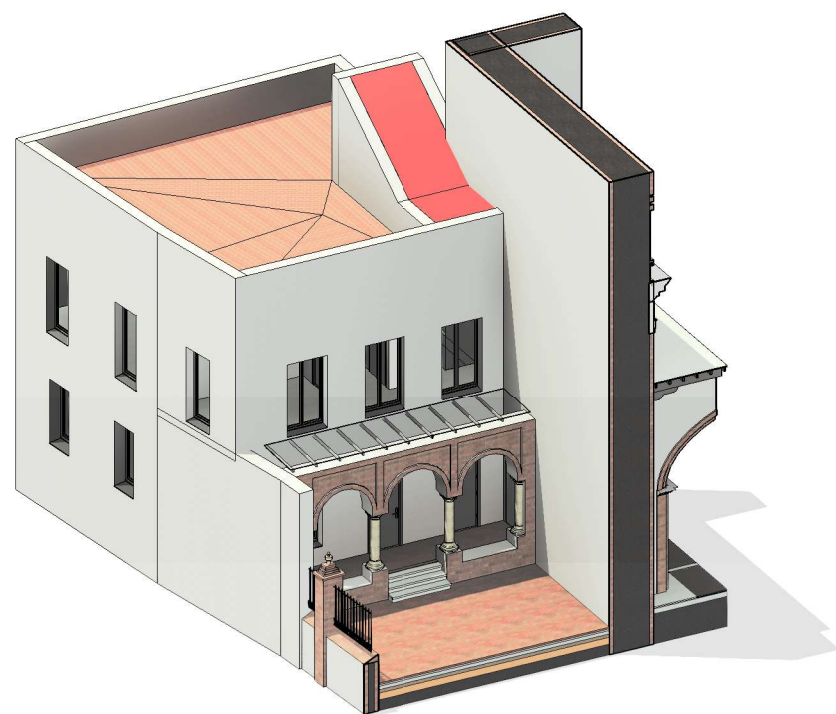
1 Sección Norte  
S2 1 : 200



2 Sección Sur  
S2 1 : 200

  <p>Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación</p>	ESTADO REHABILITADO. SECCIONES 2. NORTE Y SUR		Nº PLANO 5
	MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		FECHA: JUNIO 2021
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	ESCALA 1:200
		FIRMA: 	





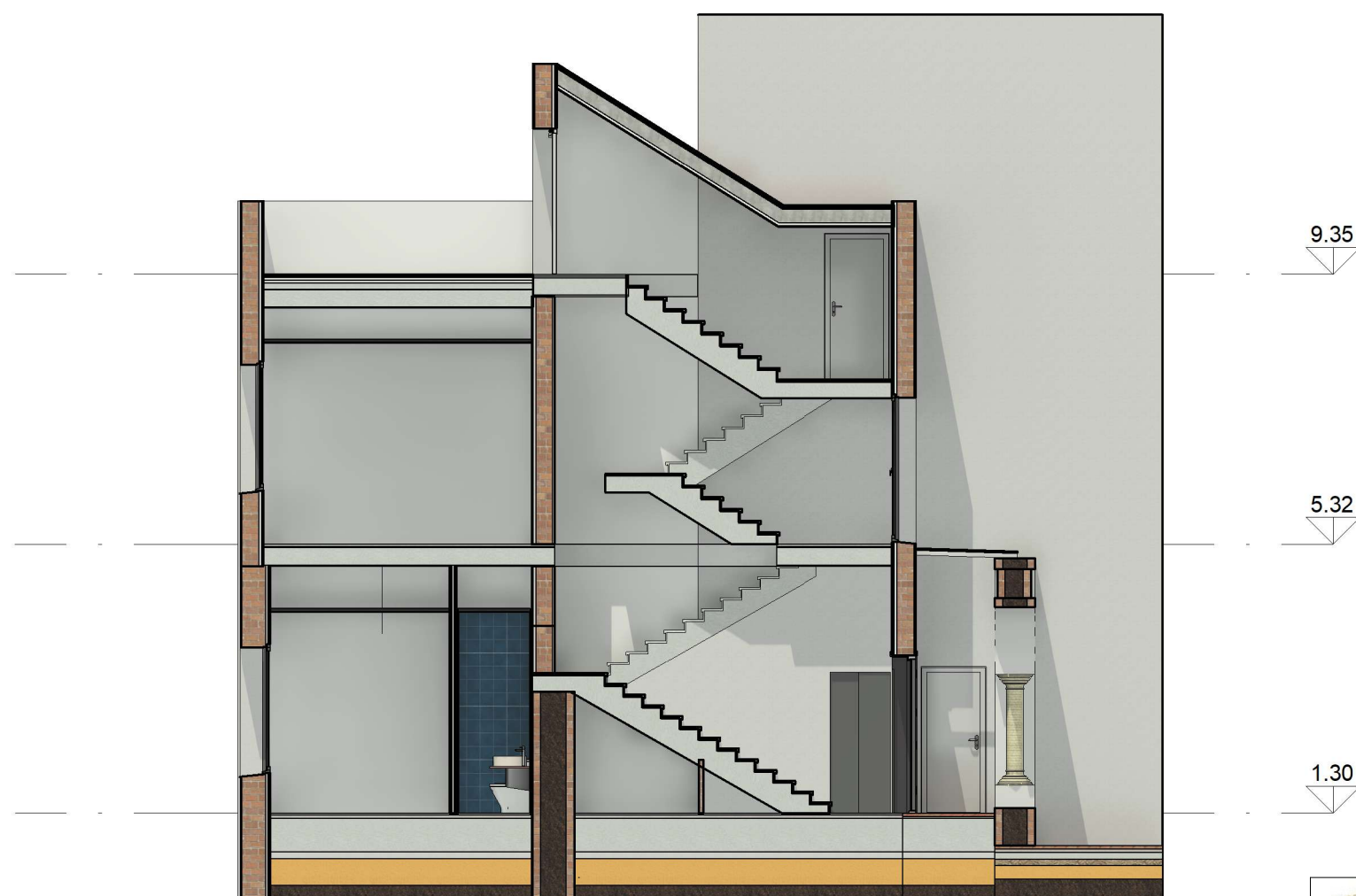
2 Panta Baja. Antigua Portería





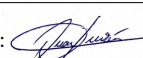
3 Panta Primera. Antigua Portería

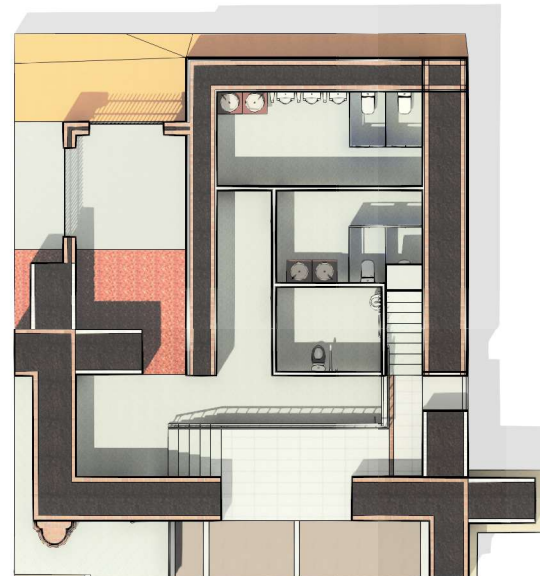


4 Panta Cubierta. Antigua Portería

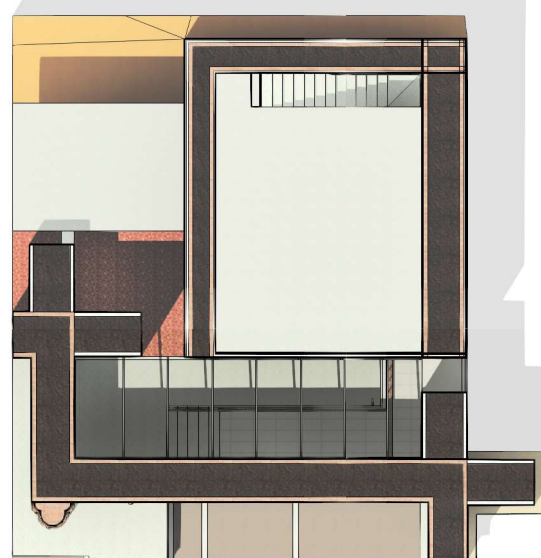


5 Sección Constructiva. Antigua Portería

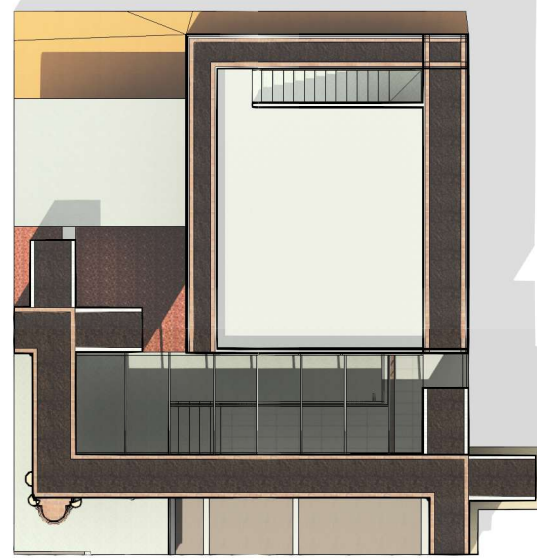
 	Escuela Técnica Superior de <b>Ingeniería de Edificación</b>	ESTADO DE REHABILITACIÓN. ANTIGUA PORTERIA. PLANTAS. SECCIÓN CONSTRUCTIVA.	Nº PLANO 6
			FECHA: JUNIO 2021
MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA			ESCALA 1:100
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	FIRMA: 



2  
S1 Panta Baja. Antigua Sacristía



3  
S1 Panta Primera. Antigua Sacristía Copia 1



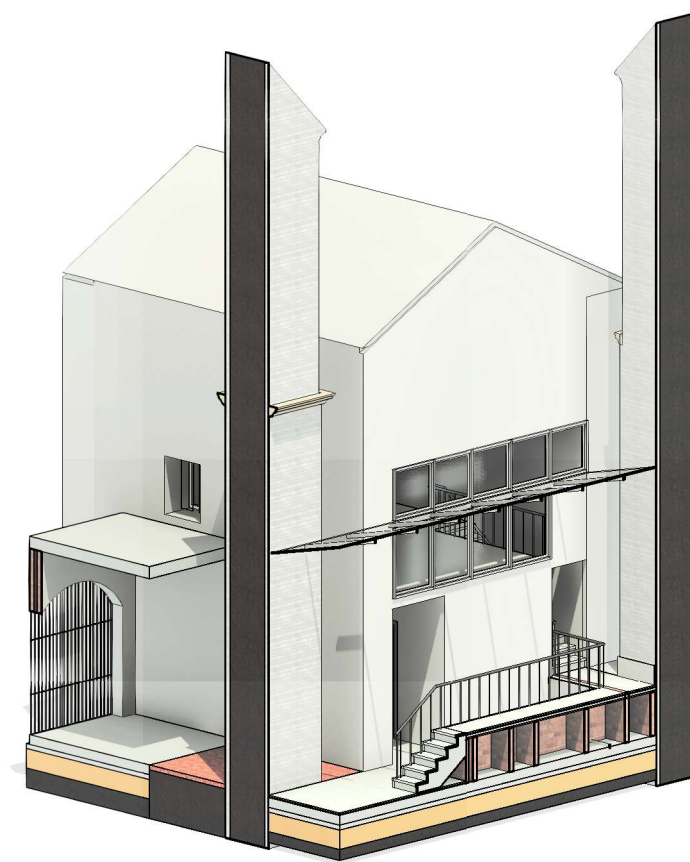
4  
S1 Panta Segunda. Antigua Sacristía Copia 1 Copia 1






5  
S1 Panta Cubierta. Antigua Sacristía Copia 1 Copia 1



6  
S1 Sección Constructiva. Antigua Sacristía



  Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación	ESTADO DE REHABILITACIÓN. ANTIGUA SACRISTÍA. PLANTAS. SECCIÓN CONSTRUCTIVA.		Nº PLANO 7
	MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA		FECHA: JUNIO 2021
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS	AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN		ESCALA 1:100
		FIRMA: 	

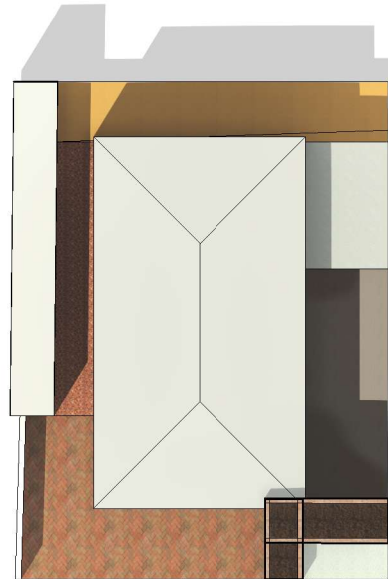




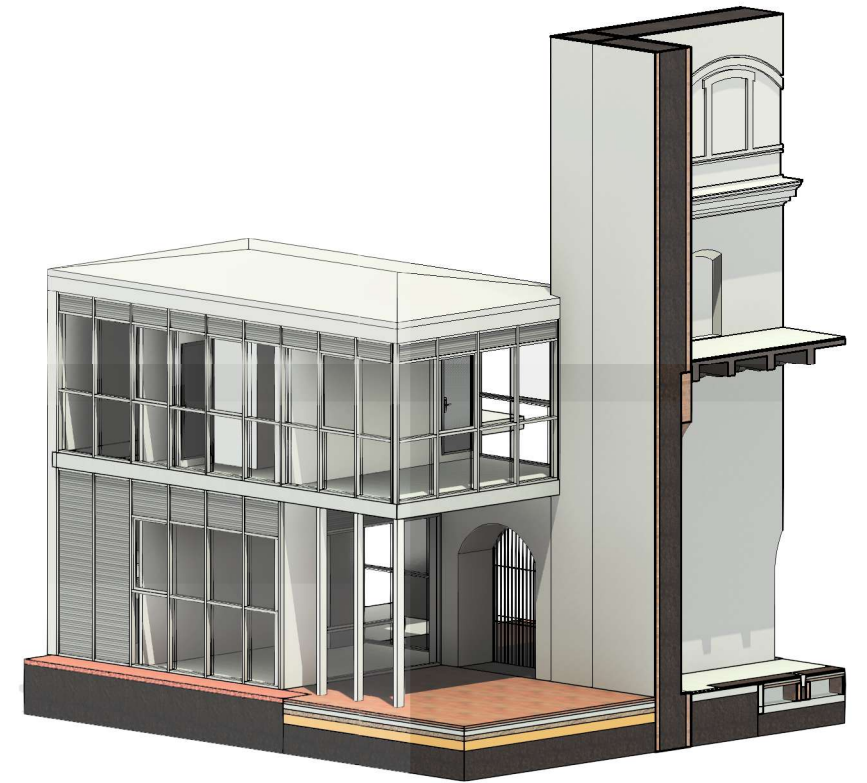
2 Panta Baja. Admin.  
P1





3 Panta Primera. Admin.  
P1



4 Panta Cubierta. Admin.  
P1



5 Sección Constructiva. Admin.  
P1

 	Escuela Técnica Superior de <b>Ingeniería de Edificación</b>	ESTADO DE REHABILITACIÓN. EDIFICIO ADMINISTRATIVO. PLANTAS. SECCIÓN CONSTRUCTIVA.	Nº PLANO 8
			FECHA: JUNIO 2021
MODELADO EN HBIM DE LA IGLESIA SANTA ANA DE CARMONA			ESCALA 1:100
TUTOR: Dr. JUAN JOSÉ MOYANO CAMPOS		AUTOR: JUAN DURÁN FALCÓN	FIRMA: 